

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Приладобудівний факультет  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра приладобудування  
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

М.Д.Гераїмчук

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 2019 р.

**Дипломний проект**

освітньо-кваліфікаційного рівня « бакалавр »  
(назва ОКР)

з напрямку підготовки (спеціальності) 6.051003 Приладобудування \_\_\_\_\_  
(код та назва напрямку підготовки або спеціальності)

на тему: Розробка системи фільтрації вихлопних газів і їх утилізація

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ПІ-51-1  
(шифр групи)

Райхіль Владислав Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник д.т.н., професор Гераїмчук М.Д.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

Технологічного

к.т.н. Антонюк

А.І.

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Київ – 2019 року

					Розробка системи фільтрації вихлопних газів і їх утилізація					
Змі	Лис	№	Підпи	Дат						
Розроби	Райхіль В.І.							Літера	Лист	Листів
Перевір									1	
Керівник								ПІ-51, 4 курс		
Н. конт.										
Затв.										

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

**Факультет Приладобудівний**  
(повна назва)

**Кафедра Приладобудування**  
(повна назва)

**Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)**

**Напрямок підготовки 6.051003 Приладобудування**  
(код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_  
(підпис)      (ініціали, прізвище)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на дипломний проект студенту**

**Райхіль Владислав Ігорович** \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проекту Розробка системи фільтрації вихлопних газів і їх утилізація**  
**керівник проекту Гераїмчук Михайло Дем'янович доктор технічних наук.**  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

**2. Термін подання студентом проекту 10 червня 2019 р.**

**3. Вихідні дані до проекту 1. Універсальний фільтр для труб різного діаметру, та різними ДВЗ. 2. Степінь вловлення частинок розміром до 0,5 мкм 95%, степінь точності приладу 3%.**

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Обґрунтування необхідності проектування на основі критичного огляду аналогів; Розробка принципів схем системи, пристрою для зчитування інформації, датчика забрудненості фільтру. Розрахунок основних характеристик датчика забрудненості фільтру; Технологічний розділ.**

**5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) \_\_\_\_\_**

**7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_**

**6. Консультанти розділів проекту**

									Лист
									2
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічний	Антонюк В. С., професор, д.т.н.		

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Розробка принципів схем системи та її елементів	15 травня 2019 р.	
2.	Розробка графічної частини проекту	2 червня 2019 р.	
3.	Проведення розрахунків системи	5 червня 2019 р.	
4.	Виконання технологічного розділу проекту	6 червня 2019 р.	
5.	Оформлення пояснювальної записки	7 червня 2019 р.	
6.	Представлення дипломного проекту на перевірку керівникові проекту	8 червня 2019 р.	
7.	Передача матеріалів проекту на перевірку виявлення збігів/схожості текстів Unіcheck	9 червня 2019 р.	
8.	Представлення проекту на рецензію	10 червня 2019 р.	
9.	Представлення проекту на затвердження завідувачу кафедри	12 червня 2019 р.	
10.	Передача електронної версії проекту до бібліотеки	13 червня 2019 р.	
11.	Представлення проекту до екзаменаційної комісії	18 червня 2019 р.	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Райхіль В.І.  
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

Гераїмчук М.Д.

									Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					3

# ***Пояснювальна записка до дипломного проекту***

*на тему: Розробка системи фільтрації вихлопних газів і їх утилізація* \_\_\_\_

---

---

*Київ – 2019 рік*

						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

## Зміст

<b>ВСТУП.....</b>	<b>9</b>
<b>1.ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>17</b>
1.1. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ НА ОСНОВІ КРИТИЧНОГО ОГЛЯДУ АНАЛОГІВ .....	17
1.2. ЯКИЙ ОБРАТИ МАТЕРІАЛ КОРПУСУ.....	21
1.3. ЧОМУ САМЕ BLUETOOTH 4.0.....	34
1.4. ЯК ПРАЦЮВАТИМЕ ГАДЖЕТ .....	35
1.5. ВИБІР МАТЕРІАЛУ ФІЛЬТРА .....	39
1.6. РОЗРАХУНОК ПОХИБОК.....	44
<b>2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>45</b>
2.1. ОПИС ОБ'ЄКТА ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....	45
2.3. МАРШРУТНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС .....	49
2.4. АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ.....	51
<b>СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....</b>	<b>54</b>

## АНОТАЦІЯ

						Лист
						5
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Дипломний проект присвячений розробці фільтра вихлопних газів для автомобілів.

У пояснювальній записці розроблено процес створення та пояснено принцип роботи універсального фільтра вихлопних газів під назвою FRA-1.

У технологічному розділі виконано:

- Розрахунок на технологічність;
- Створено технологічну схему складання Фільтруючої частини FRA-1.

В конструкторському розділі спроектовано пристрої, які використовуються для виготовлення деталі. Та обгрутовано вибір деталей шляхом порівняння їх характеристик, приведено приклад частини коду програми для зв'язку датчика фільтру та гаджету користувача. Внесено поправки на похибку вимірювання за рахунок впливу навколишнього середовища.

## SUMMARY

						Лист
						6
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

The diploma project is devoted to the development of an exhaust gas filter for cars. The explanatory note developed the process of creating and explaining the principle of the universal exhaust filter called FRA-1.

In the technological section:

- Calculation of productivity;
- The production scheme of the FRA-1 filtering part was created.

In the design section, devices that are used to make the part are designed. But the choice of parts is shared by comparing their characteristics, an example is given of the program code part for linking the filter sensor and the user gadget. Corrections have been made to the measurement error due to the environmental impact.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,  
СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.**

ДВЗ – двигун внутрішнього згорання;  
СО – чадний газ (оксид вуглецю);

						Лист
						7
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

CO<sub>2</sub> – вуглекислий газ (діоксид вуглецю);

ВГ – вихлопні гази;

МП – мікропроцесор;

РЕТЕ/PET – Поліетилентерeftалат;

HDPE – Поліетилен високої щільності

PVC / V – Полівінілхлорид

LDPE – Поліетилен низької щільності

PP – Поліпропілен

PS– Полістирол

						Лист
						8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



## ВСТУП

Вихлопні гази – основне джерело токсичних речовин ДВЗ –точніше кажучи це неоднорідна суміш різних газоподібних речовин з різними хімічними і фізичними властивостями, основними складовими яких являються продукти повного і неповного згорання палива, залишкового повітря, аерозолів та різних мікродомішок (що можуть бути у різних агрегатних станах), які поступають з циліндрів двигунів у його випускную систему.

У своєму складі ВГ містять близько 300 речовин, більшість з яких токсичні. Основними нормованими токсичними компонентами ВГ двигунів є оксиди вуглецю, азоту і вуглеводні.

Приблизний склад вихлопних газів такий:

Складові вихлопного газу	Вміст за об'ємом, %		примітки
	Двигуни		
	бензинові	дизельні	
Азот	74,0 - 77,0	76,0 - 78,0	нетоксичний
Кисень	0,3 - 8,0	2,0 - 18,0	нетоксичний
Водяна пара	3,0 - 5,5	0,5 - 4,0	нетоксичний
Диоксид вуглецю	5,0 - 12,0	1,0 - 10,0	нетоксичний
Оксид вуглецю	0,1 - 10,0	0,01 - 5,0	токсичний
Вуглеводні неканцерогенні	0,2 - 3,0	0,009 - 0,5	токсичний
Альдегіди	0 - 0,2	0,001 - 0,009	токсичний
Оксид сіри	0 - 0,002	0 - 0,03	токсичний
Сажа, г/м3	0 - 0,04	0,01 - 1,1	токсичний
Бензопірен, мг/м3	0,01 - 0,02	до 0,01	канцероген

Оксид вуглецю (СО - чадний газ)

Прозорий отруйний газ, що не має запаху, трохи легший за повітря, погано розчинний у воді. Оксид вуглецю – продуктнеповного згорання палива, на

повітрі горить синім полум'ям з утворенням діоксиду вуглецю (вуглекислого газу).

У камері згорання двигуна СО утворюється при неповному згорянні палива, при згоранні палива з браком кисню, а також внаслідок дисоціації діоксиду вуглецю при високих температурах. При подальшому згоранні після займання (після верхньої мертвої точки, на такті розширення) можливе горіння оксиду вуглецю за наявності кисню з утворенням діоксиду. При цьому процес вигорання СО триває і у випускному трубопроводі.

Необхідно відмітити, що при експлуатації дизелів концентрація СО у вихлопних газах невелика (приблизно 0,1 - 0,2 тому, як правил, концентрацію СО визначають для бензинових двигунів. Оксиди азоту (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, надалі - NO<sub>x</sub>)

Оксиди азоту є одними з найбільш токсичних компонентів газів, що відпрацювали. За нормальних атмосферних умов азот є дуже інертним газом. При високих тисках і особливо температурах азот активно вступає в реакцію з киснем. У вихлопних газах двигунів більше за 90% кількості NO<sub>x</sub> складає оксид азоту NO, який ще в системі випуску, а потім і в атмосфері легко окислюється в діоксид (NO<sub>2</sub>).

Оксиди азоту дратівливо впливають на слизові оболонки очей, носа, руйнують легені людини, оскільки при русі подихального тракту вони взаємодіють з вологою верхніх дихальних шляхів, утворюючи азотну і азотисту кислоти. Як правило, отруєння організму людини NO<sub>x</sub> проявляється не відразу, а поступово, причому яких абонеїтралізуючих засобів немає.

Закис азоту (N<sub>2</sub>O - геміоксид, звеселяючий газ) - газ з приємним запахом, добре розчинимо у воді. Має наркотичну дію.

NO<sub>2</sub> (діоксид) – блідо жовта рідина, що бере участь в утворенні смогу. Діоксид азоту використовується як окисник в ракетному паливі.

Вважається, що для організму людини оксиди азоту приблизно в 10 разів небезпечніше СО, а при обліку вторинних перетворень - в 40 разів.

Оксиди азоту представляють небезпеку для листя рослин. Встановлено, що їх безпосередній токсичний вплив на рослини проявляється при концентрації NO<sub>x</sub> в повітрі в межах 0,5 - 6,0 мг/м<sup>3</sup>. Азотна кислота викликає сильну корозію вуглецевих сталей.

На величину викиду оксидів азоту робить значний вплив температура в камері згорання. Так, при підвищенні температури від 2500 до 2700 К до швидкості реакції збільшується в 2,6 разу, а при зменшенні від 2500 до 2300 К - зменшується в 8 разів, тобто чим вище температура, тим вище концентрація NO<sub>x</sub>. Чим вище концентрація кисню, тим вище концентрація оксидів азоту.

						Лист
						10
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Вуглеводні ( $C_nH_m$  - етан, метан, етилен, бензол, пропан, ацетилен та ін.)

Вуглеводні - органічні сполуки, молекули яких побудовані тільки з атомів вуглецю і водню, є токсичними речовинами. У вихлопних газах міститься більше 200 різних СН, які діляться на аліфатичні (з відкритим або закритим ланцюгом) і такі, що містять бензолове або ароматичне кільце. Ароматичні вуглеводні містять в молекулі один або декілька циклів з 6 атомів вуглецю, сполучених між собою простими або подвійними зв'язками (бензол, нафталін, антрацен та ін.). Мають приємний запах.

Наявність СН в газах двигунів, що відпрацювали, пояснюється тим, що суміш в камері згорання є неоднорідною, тому у стінках, в переобігнаних зонах, відбувається гасіння полум'я і обрив ланцюгових реакцій

Не повністю згорілі СН, що викидаються з вихлопними газами і є сумішшю декількох сотень хімічних сполук, мають неприємний запах. СН є причиною багатьох хронічних захворювань.

Токсичні також і пари бензину, які є вуглеводнями. Допустима середньодобова концентрація парів бензину складає 1,5 мг/м<sup>3</sup>. Зміст СН у вихлопних газах зростає при дроселюванні, при роботі двигуна на режимах примусового холостого ходу (ПХХ, наприклад, при гальмуванні двигуном.). При роботі двигуна на вказаних режимах погіршується процес створення суміші (перемішування топливовоздушного заряду), зменшується швидкість згорання, погіршується займання і, як результат, - виникають його часті пропуски.

Виділення СН викликається неповним згоранням поблизу холодних стінок, якщо до кінця згорання залишаються місця з сильним локальним недоліком повітря, недостатнім розпилюванням палива, при незадовільному завихоренні повітряного заряду і низьких температурах (наприклад, режим холостого ходу) Вуглеводні утворюються в збагачених зонах, де обмежений доступ кисню, а також зблизька порівняно холодних стінок камери згорання. Вони грають активну роль в утворенні біологічно активних речовин, що викликають роздратування очей, горла, носа і їх захворювання, і що завдають збитку рослинному і тваринному світу.

Вуглеводневі з'єднання чинять наркотичну дію на центральну нервову систему, можуть бути причиною хронічних захворювань, а деякі ароматичні СН мають отруйні властивості..

Вуглеводні (олефіни) і оксиди азоту за певних метеорологічних умов активно сприяють утворенню смогу (Smog, від smoke - дим і fog - туман) - отруйний туман, що утворюється в нижньому шарі атмосфери, забрудненому шкідливими речовинами від промислових підприємств, вихлопними газами від автотранспорту і теплопроизводящих установок за несприятливих погодних умов.

Він є аерозолем, що складається з диму, туману, пилу, частинок сажі, крапельок рідини (у вологій атмосфері). Виникає в атмосфері промислових міст за певних метеорологічних умов.

Шкідливі гази, що поступають в атмосферу, вступають в реакцію між собою і утворюють нові, у тому числі і токсичні з'єднання. У атмосфері при цьому відбуваються реакції фотосинтезу, окислення, відновлення, полімеризації, конденсації, каталізу і так далі.

Низькі концентрації NO<sub>2</sub> можуть створити велику кількість атомарного кисню, який у свою чергу утворює озон і знову реагує з речовинами, що забруднюють атмосферне повітря. Наявність в атмосфері формальдегіду, вищих альдегідів і інших вуглеводневих з'єднань також сприяє разом з озоном утворенню нових перекисних сполук.

Продукти дисоціації взаємодіють з олефінами, утворюючи токсичні нітроперикисні з'єднання. При їх концентрації більше 0,2 мг/м<sup>3</sup> настає конденсація водяної пари у вигляді найдрібніших крапельок туману з токсичними властивостями. Їх кількість залежить від сезону року, часу доби і інших чинників. У жарку, суху погоду смог спостерігається у вигляді жовтої пелени (колір надає присутній в повітрі діоксид азоту NO<sub>2</sub> - крапельки жовтої рідини).

В результаті складних фотохімічних процесів, що стимулюються ультрафіолетовою радіацією Сонця, з оксидів азоту, вуглеводнів, альдегідів і інших речовин утворюються фотооксиданти (окисники). Смог викликає роздратування слизових оболонок, особливо око, може викликати головний біль, набряки, крововиливи, ускладнення захворювань дихальних шляхів. Погіршує видимість на дорогах, збільшуючи тим самим кількість дорожньо-транспортних подій.

Небезпека смогу для життя людини велика. Так, наприклад, лондонський смог 1952 р. називають катастрофою, оскільки за 4 дні від смогу загинули близько 4 тис. чоловік. Наявність в атмосфері хлористих, азотних, сірчистих сполук і крапельок води сприяє утворенню сильних токсичних з'єднань і пари кислот, що згубно позначається на рослинах, а також спорудах, особливо на історичних пам'ятниках, складених з вапняку.

Природа смогов різна. Наприклад, в Нью-Йорку утворенню смогу сприяють реакції фтористих і хлористих сполук з крапельками води; у Лондоні - присутність парів сірчаної і сірчистої кислот; у Лос-Анджелесі (каліфорнійський або фотохімічний смог) - наявність в атмосфері оксидів азоту, вуглеводнів; у Японії - присутність в атмосфері часток сажі і пилу.

*Каталітична очистка газів від оксиду вуглецю*

							Лист
							12
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Каталітичне окислювання є найбільш раціональним методом знешкодження газів промисловості, що відходять, від оксиду вуглецю. Однак поряд з оксидом вуглецю в залежності від умов конкретного виробництва в газах можуть міститися й інші токсичні компоненти: диоксид сірки, оксиди азоту, пари різних вуглеводнів. Крім того, у них звичайно присутні диоксид вуглецю, кисень, азот, пари води і часто механічні домішки у виді різного пилу. Деякі з цих домішок можуть бути отрутами для каталізаторів.

Для окислювання оксиду вуглецю використовують марганцеві, мідно-хромові й утримуючі метали платинової групи каталізатори. У залежності від складу газів, що відходять, у промисловості застосовуються різні технологічні схеми очищення.

На рисунку 5.53, а представлена схема установки каталітичного знешкодження газів, що відходять, у виробництві нітрилу акрилової кислоти. При синтезі цього продукту на основі аміаку і пропилену технологічні гази відмивають від нітрилу акрилової кислоти водою. Відходящі гази, що надходять зі стадії абсорбції, містять, у % (об'ємних): оксид вуглецю - 2,3, пропилен - 0,5, пропан - 0,04, кисень - до 3,0, інертні гази - інше.

Для очищення їх подають у топку-підігрівник, де нагрівають до 220—250 °С (у залежності від типу використовуваного каталізатора) шляхом спалювання паливного газу в повітрі, яке нагнітається повітродувкою. Витрата повітря розрахована не тільки на спалювання паливного газу, але і на наступне каталітичне окислювання оксиду вуглецю і вуглеводнів, які містяться в газах. Суміш топкових і газів, що відходять, з повітрям направляють у працюючий в адіабатичних умовах реактор. Використовується кульковий каталізатор ШПК-2, що містить 0,2 % платини, нанесеної на оксид алюмінію. Ступінь очищення досягає 98-99 %. Окисні реакції, що відбуваються на каталізаторі, екзотермічні, що приводить до сильного розігріву продуктів каталізу. Конвертовані гази при температурі до 700 °С передають у казан-утилізатор, що забезпечує виробництво перегрітої до 380 °С водяної пари під тиском 4 МПа. Вихідні з казан-утилізатора знешкоджені гази при температурі близько 200 °С димососом через димар евакуюють в атмосферу.

При обробці 60 тис. м<sup>3</sup>/рік газів, що відходять, витрата електроенергії складає 500 кВт, виробляється пара 26,5 т/годину.

Для санітарної очистки промислових викидів від оксиду вуглецю і пари органічних забруднень розроблена інша установка, представлена на рисунку 5.53, б. Гази, які відходять від сушильних печей ліній лакування, крім СО містять етілцеллозольв, етанол, ксилол та інші компоненти. Відцентровим вентилятором їх направляють в теплообмінник, де підігрівають теплом конвертованих газів, а потім в реактор, в якому відбувається додатковий нагрів газів за допомогою пальника. Процес конверсії проводять у реакторах на каталізаторі НТК-4 при температурі

						Лист
						13
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

320-450 °C і об'ємній швидкості газу 16700 год<sup>-1</sup>. Конвертовані гази з реактора через теплообмінник виводять в калорифер, де їх надлишкове тепло утилізують для підігріву води на побутові потреби підприємства, після чого знешкоджене повітря через 20-метрову трубу викидають в атмосферу. Ступінь очищення газів дорівнює 98 %. Монооксид вуглецю є основним токсичним компонентом відхідних газів агломераційних фабрик на підприємствах чорної металургії. Одна аглофабрика викидає в атмосферу в середньому приблизно 1 млн. м<sup>3</sup>/рік газів. Використовувані для знешкодження таких газів каталізатори повинні забезпечувати при 220-240 °C ступінь конверсії оксиду вуглецю не менше 70 % в умовах великих об'ємних видкостей запилених потоків і володіти стійкістю до присутніх у складі газів каталітичних отрут. Проведені на реальних агломераційних

газах випробування показали, що через присутність в їх складі діоксиду сірки марганцевий каталізатор втрачає свою активність протягом 3-4 годин. Попереднє видалення діоксиду сірки з газів забезпечує стабільну роботу цього каталізатора вже при 150-180 °C, а при 220-240 °C досягається ступінь знешкодження оксиду вуглецю 90-96 % при об'ємних швидкостях газу до 2000 год<sup>-1</sup>. Мідно-хромовий каталізатор (50 % оксиду міді і 19 % оксиду хрому) дозволяє досягти при 240 °C необхідних ступенів конверсії оксиду вуглецю при більш високих об'ємних швидкостях газу (до 20 тис. год<sup>-1</sup>) і більшій тривалості роботи (до 120 годин). Однак при використанні каталізаторів цих двох типів ступінь знешкодження оксиду вуглецю падає зі збільшенням об'ємної швидкості оброблюваних газів, зменшенням температури процесу і зростанням вмісту оксиду вуглецю в конвертованих газах, що обмежує доцільність застосування цих каталізаторів.

Підвищеною стійкістю до каталізаторних отрут характеризуються каталізатори, що містять паладій та платину. Їх застосування дозволяє здійснювати процеси ефективного знешкодження аглогазів при значно вищих об'ємних швидкостях оброблюваних газових потоків без втрати активності каталізаторів протягом тривалого часу (6-12 міс.). Більш високий ступінь конверсії оксиду вуглецю забезпечує каталізатор, який вміщую 0,3 % платини, нанесеної на гранульований оксид алюмінію. Такий каталізатор зберігає первісну активність протягом 8000 годин при ступені конверсії оксиду вуглецю вище 70 % в умовах знешкодження аглогазів при температурі 225 °C і об'ємній швидкості потоку 100 тис. год<sup>-1</sup>. Принципова схема установки каталітичного очищення агломераційних газів від оксиду вуглецю представлена на рисунку 5.53, в. Аглогази, що утворюються при роботі агломераційної машини, через вакуум-камери попадають в колектор, де їх розділяють на два потоки. Перший з них, який відводять з головних вакуум-камер агломашини, є менш нагрітим (мінімальна температура 80 °C) і характеризується великим вмістом пилу. Цей потік передають на очищення від пилу. Другий потік, що відбирається з наступних вакуум-камер, характеризується більш високою температурою (максимально 300 °C) і меншим вмістом пилу. Його направляють в каталітичний реактор для

знешкодження оксиду вуглецю. Конвертований газовий потік звільняють потім від пилу. Обидва знепилені потоки об'єднують і екстаустером виводять в атмосферу через трубу.

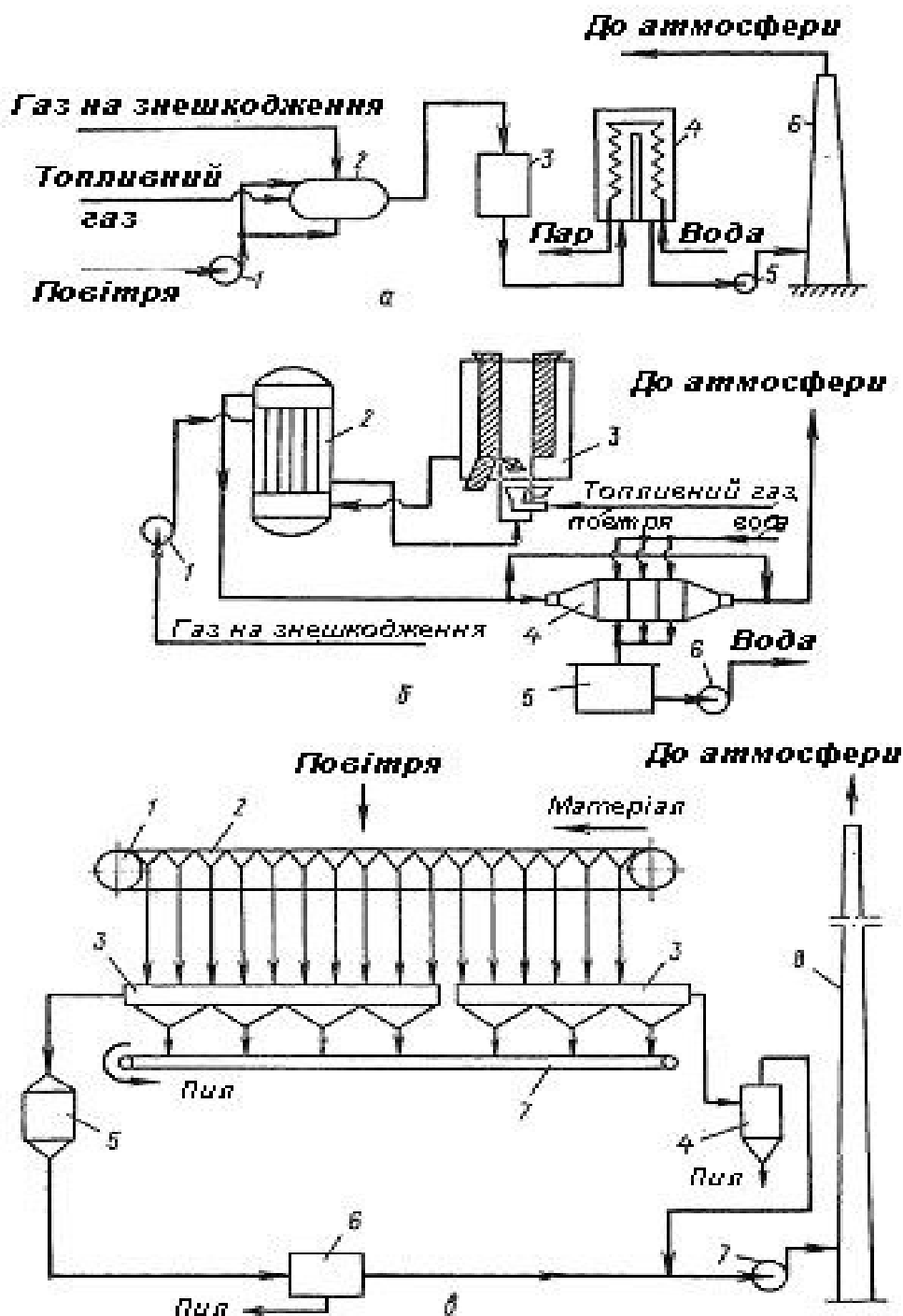


Рис 1.- Схеми установок каталітичного знешкодження газів, що відходять:

а) - виробництва нітрилу акрилової кислоти: 1 – повітродувка; 2 - топка-підігрівач; 3 – реактор; 4 - котел-утилізатор; 5 – димосос; 6 -димова труба;

б) - ліній лакування: 1 - вентилятор; 2 - теплообмінник, 3 - реактор, 4 - калорифер, 5 - ємність, 6 - насос;

в) - агломераційних агрегатів: 1 - агломераційна машина, 2 - вакуумна камера, 3 - колектори, 4,6 - пилоочисні апарати, 5 - реактор, 7-вентилятор, 8 - вихлопна труба

озроблена технологія каталітичного очищення відпрацьованих газів від діоксиду сірки базується на принципі окислення  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  нітролізним або контактним методом. Нітролізний спосіб: до димових газів від спалювання палива, які містять діоксид сірки і оксиди азоту, додатково вводять  $\text{NO}_2$ , що забезпечує (при температурах близько 140 °C і відношенні  $\text{NO}_2 : \text{SO}_2 \geq 2 : 1$ ) проходження реакції:



Концентрація утвореної сірчаної кислоти така, що вона перебуває в пароподібному стані. Димові газы, що містять пари сірчаної кислоти, надходять на стадію окислення  $\text{NO}$  в  $\text{N}_2\text{O}_5$  введенням у них кисню повітря, а потім з них відмивають пари  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і  $\text{N}_2\text{O}_5$  міцної 80 %-ної сірчаної кислоти, що завершує очищення газів і приводить до утворення нітросірчаної кислоти. Продуванням останньої повітрям із неї виділяють  $\text{NO}_2$  з утворенням  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , основну частину якої повертають на відмивання димових газів, а її надлишок, еквівалентний утвореній кислоті, що міститься в газах  $\text{SO}_2$ , відводять як товарний продукт. Визначену частину продувального повітря, що містить  $\text{NO}_2$ , вводять в димові газы, що надходять на очищення, а іншу його частину контактують з водою з метою отримання  $\text{HNO}_3$ . Газы азотнокислого виробництва, що містять  $\text{NO}$ , змішують з димовими газами, які підлягають очищенню. Описана технологія при обробці димових газів, що містять близько 0,3 %  $\text{SO}_2$ , 0,01 %  $\text{SO}_3$  і приблизно 0,06 %  $\text{NO}$ , забезпечує 95 % очищення від оксидів сірки і 75 % видалення  $\text{NO}$  з одержанням 80 % сірчаної кислоти і 50 % азотної кислоти.

За контактним методом димові газы, на 99 % звільнені від легкої золи, при 450 °C подають у реактор, де на ванадієвому каталізаторі  $\text{SO}_2$  окисляють у  $\text{SO}_3$  присутнім у газах киснем. Конвертовані газы охолоджують до 230 °C, промивають в абсорбері сірчаною кислотою і після вловлювання у волокнистому фільтрі сірчано-кислотного туману викидають в атмосферу через димар. Продуктом процесу газоочистки є сірчана кислота середньою концентрацією 80 %.

В іншому варіанті цього методу в конвертовані на ванадієвому каталізаторі димові газы вводять аміак. Утворений при цьому аерозоль сульфату амонію

									Лист
									16
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					



видаляють з оброблюваних газів в електрофільтр, направляючи знешкоджений газовий потік у димар.

## **1.ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **1.1. Обґрунтування необхідності проектування на основі критичного огляду аналогів**

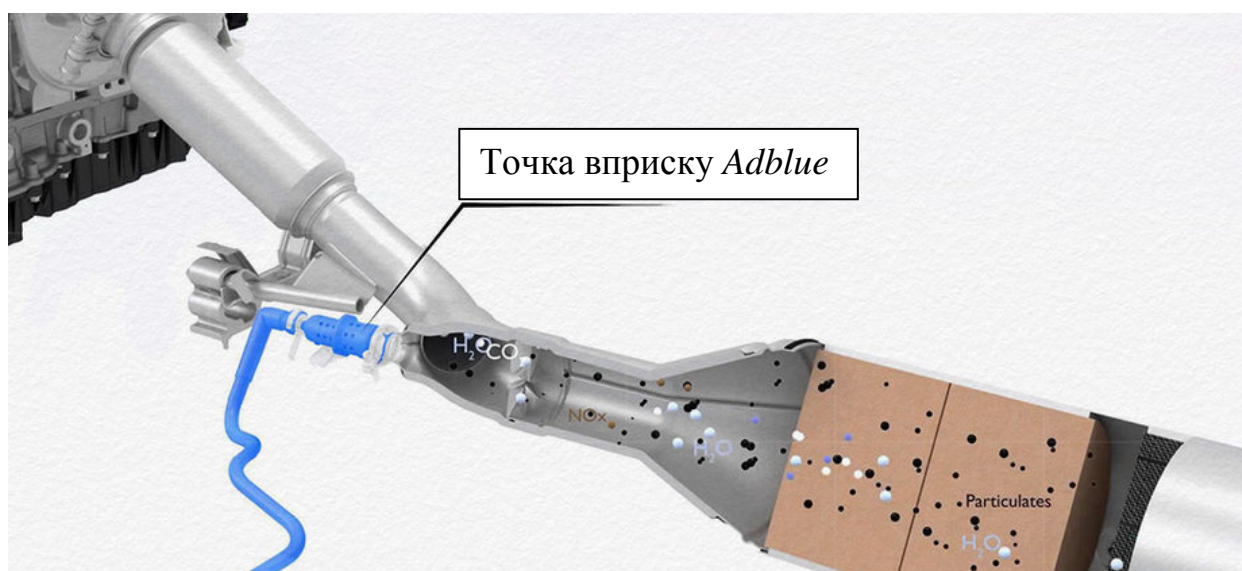
Людство уже тривалий час працює над спробами захисту навколишнього середовища від антропогенного фактору. Дещо їм вдається а дещо ні. Як я уже наголошував у вступі, одним з найвпливовіших чинників, що впливає на екологічне середовище нашої планети, являється викиди шкідливих вихлопних газів до атмосфери. Щоб зрозуміти на скільки гостро стоїть питання екології та автомобілів, достатньо згадати Дизельгейт

Початок цієї історії підтверджує відому тезу про те, що все таємне рано чи пізно стає явним. Іноді - абсолютно випадково. Навесні 2014 роки два професори і два студента із Західної Вірджинії виявили, що в США ніхто не займається обліком шкідливих викидів, які продукуються на американській землі європейськими автомобілями. Wow, це може бути темою для наукової роботи - збагнула група товаришів, і з ентузіазмом взялася за виміри. Причому, за свідченнями студентів, пробіг піддослідних (VW Jetta, BMW X5 і VW Passat) значно перевищив необхідний для перевірки результатів кілометраж. Найбільше довелося відмахати «Пасату»: на ньому дослідники прокотилися з Лос-Анжелеса до Сіетла і назад, попутно заміряючи рівень токсичності вихлопу. Що ж, розуміємо: Passat, та після місцевої класики ... А простори великі, а бензин дешевий ... Вірніше, не бензин, а дизпаливо. Був би бензин - можливо, нічого б не сталося, однак поєднання кількох факторів (дизельний двигун, тривала експлуатація автомобіля в стандартних умовах) і привело групу до несподіваного відкриття. У теорії, Passat повинен був опинитися найчистішим серед трьох обраних машин - особливо з урахуванням того, що він оснащувався новомодною системою вибіркової каталітичної нейтралізації SCR. А на практиці результати вимірювань показали 20-кратне перевищення норм токсичності за вмістом у вихлопі діоксиду азоту (NO<sub>2</sub>). Що характерно, вченим не довелося довго сумніватися в отриманих цифрах, тому що до цього вони двічі перевіряли обладнання після тесту «Джетта» - там різниця з зазначеними при сертифікації цифрами доходила до 30 разів.

**Як це мало б працювати...**

									Лист
									17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Першими в приціл американських чиновників потрапили автомобілі марки Volkswagen з дизельними двигунами TDI серії EA189, оснащеними системою SCR. Якщо коротко, SCR має на увазі використання рідини AdBlue на основі сечовини для нейтралізації діоксиду азоту. AdBlue впорскується в вихлопну систему і вступає в реакцію з NO<sub>2</sub>, розкладаючи його на азот і воду. Таким чином вдається дуже істотно скоротити вміст небажаних окислів у вихлопі - у всякому разі, так вважали клієнти. А ось деякі виробники на сечовину вирішили не сподіватися.



Рідина AdBlue подається в вихлопну систему автомобіля позаду каталітичного нейтралізатора і сприяє перетворенню окислів азоту в власне азот і воду У 2007 році на прохання «Фольксвагена» компанія BOSCH розробила позапланову версію ПО двигуна TDI, яка дозволяла змінювати режим роботи для успішного проходження Екотест. За непрямыми ознаками (піднятий капот, колеса рухаються при фіксованому положенні керма, двигун змінює обороти згідно деяким прийнятим в тестуванні паттернам) електроніка визначала, що прямо зараз у вихлопній трубі автомобіля напевно стирчить якийсь датчик. А значить, необхідно максимально збіднити суміш і скоротити викиди. Само собою, цей режим не несе ніякої практичної цінності - хіба що ви навмисно намагаєтеся обдурити контролюючі органи. За деякими даними, фахівці BOSCH піднімали це питання перед замовником, але VW відповів, що так треба. Після чого питання було закрито. У 2013 році об'єднаний дослідницький центр Єврокомісії видав звіт, в якому прямо вказав на можливість, навіть ймовірність підтасовування результатів екологічних перевірок автомобілів за допомогою стандартного устаткування цих автомобілів. Трохи пізніше міжнародна організація ICST виступила зі схожою заявою, звернувшись в уряди низки європейських країн, в тому числі Великобританії. Однак ніякої реакції на ці заяви не було. А причина лежить на поверхні: потреби

						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

великого бізнесу для урядів можуть виявитися важливіше абстрактних питань чистоти повітря. Який, треба зізнатися, в Європі і так брудним не назвеш.

На данному етапі розвитку людства, всі машини мають певні вбудовані фільтри, для зменшення їх впливу на навколишнє середовище, але їх фільтруючих властивостей не достатньо для суттєвого зменшення шкідливості відходів що продукуються в наслідок роботи машин.

Наразі створено багато різновидів фільтрів, до таких що усувають більшість токсичних відходів відносяться фільтри фірми ЕНС вони всі мають майже однаковий вигляд для легкових автомобілів:



а)



б)

Рис 1.1 а) фільтр ЕНС-L20;

**Технічні характеристики:**

*Параметр ----- значення*

*Ступінь уловлювання: Частки розміром до 0,3 мікрона > 99%*

*СО (чадний газ) ~ 30%*

*NOx (оксиди азоту) ~ 60%*

*RC НО (альдегіди) ~ 90%*

*НС (вуглеводні) ~ 35%*

*\* Об'єм двигуна: до 14/30 л*

*Обороти двигуна: до 1200 об / хв*

*\*\* Температура вихлопних газів: не більше 200/300 град С*

*\*\*\* Термін служби фільтра: близько 100 запусків*

*\* Вага: 5/11 кг*

*Примітка:*

*\* З одиночним / подвійним фільтром вихлопних газів.*

*\*\* Зі стандартним фільтруючим патроном / с посиленням патроном.*

*\*\*\* Термін служби фільтруючого патрона залежить від обсягу і типу двигуна, а так само від умов його експлуатації. Фільтруючий патрон утилізується після свого заповнення як звичайне промислове сміття.*

**Технічні характеристики:**

*Параметр ----- значення*

*Ступінь уловлювання: Частки розміром до 0,3 мікрона > 99%*

*СО (чадний газ) ~ 30%*

*NOx (оксиди азоту) ~ 60%*

*RC НО (альдегіди) ~ 90%*

*НС (вуглеводні) ~ 35%*

*Об'єм двигуна: до 5,5 л*

*Обороти двигуна: до 2500 об / хв*

*Температура вихлопних газів: не більше 200 град С*

*\* Термін служби фільтра: > 200/75 запусків*

*Вага: 0,4 кг*

*Примітка:*

*\* Бензин / дизель. Термін служби фільтруючого патрона залежить від обсягу і типу двигуна, а так само від умов його експлуатації. Фільтруючий патрон утилізується після свого заповнення як звичайний промисловий сміття.*

**б) фільтр ЕНС-P15**

Основним їх недоліком є короткий термін експлуатаційної служби, та неможливість перевірки ступеню забрудненості фільтру.

Фільтр вихлопних газів з індикатором його ступеня забрудненості, був розроблений з метою створення кращих умов у навколишньому середовищі, зменшення впливу вихлопних газів на атмосферу та оптимізації витрат фільтрових ресурсів. Адже коли ви точно знаєте чи потребує заміни фільтр, страх від думки чи достатньо екологічним являється ваш транспорт – зводиться на нівець.

Основними задачами фільтру FRA-1 являються

1. F-(filtrate) фільтрація вихлопних газів;
2. R-(reckon) кількісний підрахунок швидкості фільтрованого повітря;
3. A-(analyse) аналіз ступеню забрудненості фільтру.

									Лист
									20
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Даний фільтр складається з корпусу, фільтруючої частини, та крильчатого анемометра з вбудованим мп що вираховує кількість обертів крильчатки при холостому ході автомобіля за 30сек. та надсилає їх за допомогою Bluetoothверсії 4.0 на смартфон, або інший девайс що підтримує технологію Bluetooth версії4.0 (або нижче), де безпосередньо і відбувається обробка інформації та порівняння її з аналогічними значеннями після певного строку експлуатації.

Чутливим елементом являтиметься крильчатка до якої буде закріплено невеличкий датчик що при оберті крильчатки отримуватиме сигнал який і надсилатиметься на девайс.

## **1.2. Який обрати матеріал корпусу**

Питання вибору корпусу фільтру стояло гостро, тому не зволікаючи я спрямував всі свої сили на пошук «достойного пластику».

Моє увагу привернуло те, що харчовий пластик має досить високу термостійкість а також велику міцність, що робило його одним з не багатьох претендентів на роль корпусу фільтру.

Ви напевне бачили на полімерній тарі цифри у трикутнику. Виявляється у них закладена важлива інформація, і якщо ми її дізнаємось, то зможемо правильно використати її не завдаючи шкоди власному здоров'ю і довкіллю.

### **Поліетилентерефталат (PETE/PET).**

Дешевий, завдяки чому трапляється майже всюди. У ньому міститься напої, олій, кетчуп, спецій, косметичних засобів. Підходить тільки для одноразового використання. У разі повторного використання може виділяти фталати.

Фталати – солі та естери фталевої кислоти. Токсичні, здатні викликати захворювання нервової та серцево-судинної систем. Фталати чинять канцерогенний ефект і можуть викликати рак. В Європі та США заборонені для виготовлення дитячих іграшок.



### **2. Поліетилен високої щільності (HDPE)**

									Лист
									21
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Поліетелен високої густини. Дешевий, легкий, стійкий до температури (-80 - +110<sup>0</sup>С). Із нього виготовляють одноразовий посуд, контейнери для харчових продуктів, пляшки для косметичних засобів, пакувальні пакети, сумки, іграшки. Вважається відносно безпечним, хоча з нього може виділятися формальдегід.

Формальдегід – метаналь, чи мурашиний альдегід. Токсичний, уражає нервову і дихальні системи, негативно діє на статеву систему, здатний викликати генетичні порушення у потомства. Канцероген.

Поліетилен з високою щільністю (HDPE) - це термопластичний полімер, виготовлений з нафти. Як один з найбільш універсальних пластикових матеріалів навколо, HDPE пластик використовується в широкому спектрі застосувань, включаючи пластикові пляшки, молочні глечики, пляшки шампуню, пляшки для відбілювання, обробні дошки та трубопроводи. Відомий своєю видатною міцністю на розрив і великим співвідношенням міцності до щільності, пластик HDPE має високу стійкість до ударів і температуру плавлення.

Крім його використання для харчових застосувань, його можна знайти в незвичайних місцях, включаючи:

Деревні пластикові композити

Пластична хірургія, зокрема скелетно-лицева реконструкція

Сноуборди

Тривалість взуття

3-D друкарська нитка

Контейнери для продуктів харчування та напоїв

Які переваги пластику HDPE?

Промислові, FDA, NSF, та USDA-затверджені харчові високоякісні поліетиленові дошки (HDPE) спроектовані таким чином, щоб вони були низькими, безпечними та тривалими. Їх текстурована поверхня забезпечує зчеплення для безпечного зберігання.

Легко плавиться і формується

Однією з головних переваг цього пластичного матеріалу є його властива пластичність. Маючи це на увазі, HDPE особливо перевершує. Завдяки високій температурі плавлення, HDPE залишається жорсткою до дуже високих температур. Однак, як тільки вона досягне своєї точки плавлення,

						Лист
						22
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



пластичний матеріал можна швидко і ефективно формувати для використання в різних унікальних додатках, включаючи обробні дошки, мийні пляшки, молочні глечики, контейнери для зберігання продуктів, антикорозійний трубопровід, геомембрани, пластикові пиломатеріали, і багато іншого.

### Стійкість до корозії

HDPE витримує цвіль, цвіль і гниття, що робить його ідеальним матеріалом для підземних трубопроводів, що використовуються для доставки води. Довготривалий та стійкий до погодних умов, HDPE можна стерилізувати за допомогою кип'ятіння, що робить його ідеальним матеріалом для харчових контейнерів та контейнерів для напоїв. Крім того, HDPE витримує більшість сильних мінеральних кислот і основ і має чудову стійкість до природних хімічних речовин, що містяться в ґрунті. Крім того, матеріал практично непроникний для найбільш поширених хімічних речовин, води, розчинників, кислот, миючих засобів і рідин для очищення.

### Велике співвідношення міцності до щільності

Щільність HDPE може становити від 0,93 до 0,97 г, хоча щільність HDPE лише незначно вище, ніж LDPE (поліетилен низької щільності). Однак, коли під мікроскопом лінійна структура HDPE означає, що матеріал має невелике розгалуження, що надає йому більш сильні міжмолекулярні сили і міцність на розрив, ніж LDPE. Саме тому 60-грамовий HDPE контейнер може безпечно переносити галон рідини або приблизно вісім фунтів ваги.

### Легко перероблювати

Враховуючи, скільки пластику ми використовуємо в повсякденному житті, одним з найважливіших факторів при виборі матеріалу є переробка пластмас. На щастя, HDPE пластик легко переробляється, допомагаючи зберегти відходи, що не підлягають біологічному розкладанню, зі звалищ, допомагаючи зменшити виробництво пластмас на 50%! Якщо ви шукаєте економічно ефективний, екологічно відповідальний матеріал, HDPE може бути пластичним для вас.

### Навіщо використовувати HDPE?

HDPE часто заміняє більш важкі матеріали, які допомагають компаніям і приватним особам здійснювати стабільні та доступні виробничі та проектні цілі. Завдяки високій пластичності, жорсткості та корозійній стійкості. HDPE - це ідеальне поєднання міцності, економічності та екологічності.

						Лист
						23
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Згідно з однією з доповідей, "непористі поверхні, такі як пластик або скло, легше чистити, ніж деревину, а отже, краще з точки зору безпеки продуктів харчування. Дошки з дерева не допускаються в комерційні кухні. "



### 3. Полівінілхлорид (PVC / V)

З нього виготовляють віконні профілі, елементи меблів, плівки для натяжних стель, труби, скатертини, покриття для підлоги, тару для технічних рідин. Заборонено для харчового застосування. В ньому міститься біс фенол А, вінілхлорид, фталати, а також можуть міститися йони Меркурію або Кадмію.

Бісфенол А – дифеніл пропан. Викликає захворювання мозку, онкологічні хвороби, порушує роботу репродуктивної системи, призводить до чоловічого і жіночого безпліддя, порушення розвитку головного мозку у дітей, розвитку серцево-судинних патологій, пригнічує функції ендокринної системи.

Полівінілхлорид являє собою вид полімерного продукту, до складу якого входять певні добавки.

Основою цього матеріалу є етилен і хлорид натрію - компоненти переробки нафтохімічної сировини.

Технологія виробництва заключається в нагріванні основних складових до певної температури, та перетворенні їх у однорідну масу. Потім відбувається процес полімеризації, після якого формуються мікрогранули з пористою структурою.

Згодом, після видалення незадіяних компонентів, ПВХ просіюється і просушується, а потім розфасовується.

За зовнішнім виглядом - це порошок білого кольору без запаху.

На високотехнологічному обладнанні полівінілхлорид, в результаті, перетворюється в пластикат або вініпласт. Вироби з цих похідних відрізняються високою міцністю, високими діелектричними властивостями, стійкістю до кислот, лугів та мінеральних масел.

									Лист
									24
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					



Багатоступінчаста обробка та застосування новітніх технологій сприяють тому, що в користування надходить екологічний, нетоксичний та безпечний матеріал.

### *Використання ПВХ*

Завдяки техніко-фізичними властивостями полівінілхлориду, його застосовують в різних сферах життя.

Великою популярністю користуються вироби ПВХ в будівництві. Такі як: віконні блоки, перегородки, панелі, елементи меблів, покриття для підлоги. Матеріал конкурує зі склом, металом та деревиною.

При будівництві інженерних і каналізаційних систем, трубопроводів, застосовують труби-ПВХ - герметичні, міцні і водостійкі. Надійністю, практичністю і довговічністю відрізняються і комплектуючі для комунікацій з ПВХ.

З цього штучного матеріалу виготовляють промислові ПВХ завіси, ламіновані декоративні плівки для фасадів, які, крім естетичної функції, успішно виконують ще й захистну.

Вирізняють також високий показник стійкості ПВХ перед впливом вологи, хімічних речовин, механічних пошкоджень.

Незамінними елементами облаштування будівель, останнім часом, стали пластикові

						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

вікна.



Популярними ці конструкції стали завдяки якостям -звуко- і теплоізоляції, морозостійкості та вологостійкості. Велике значення має і естетична складова віконних профілів. Оригінальна фактура, різноманітна фурнітура, кріплення забезпечують презентабельний зовнішній вигляд нарівні з багатофункціональністю.

Наявність цих властивостей забезпечено наявністю у складі матеріалу різного типу модифікаторів, композитів, барвників, наповнювачів та мастильних речовин.

Тому застосування полівінілхлориду в будівництві, промисловості, приватному господарстві, давно довело практичність і доцільність ПВХ-виробів.



#### 4. Поліетилен низької щільності (LDPE)

Дешевий і поширений матеріал, із якого виготовляють більшість пакетів для сміття, ком пакт-дисків, лінолеум. Відносно безпечний для харчового застосування. Поліетиленові пакети менш небезпечні для здоров'я людини, ніж для екології планети. Може виділяти формальдегід

Поліетилен (PE) - це термопласт, що відноситься до родини поліолефінів, і його частка у виробництві полімерів є найбільшою. Ступінь розгалуженості ланцюга впливає на властивості Riblene LDPE від Versalis, тим самим застосуванням. Методом роздування отримують плівку для упаковки, для виробництва міцних пакувальних виробів - пакети, плівка для термоусаджування, аграрні плівки. У багат шарових плівках використовується, як пароізоляція, сополімери поліетилену використовуються як сполучна, наприклад, с EVA, ЕАА або ЕЕА. Погонажні вироби - труби, листи для формування під дією нагрівання, кабельна ізоляція. Riblene LDPE від Versalis можна вспінювати, а так само зашивати, покриття сталевих труб, гнучка упаковка і видувна тара, об'ємні ємності. Використовуючи компаунд на основі Riblene LDPE і Flexirene або Clearflex LLDPE від Versalis можна отримати високоякісні Стретч-плівки.

##### *метод виробництва*

LDPE проводиться за допомогою ініційованої радикальної полімеризації етилену. Реакція ведеться під високим тиском (1500-3000 атм) і при високій температурі (80-300 °C), оскільки для отримання продукту з високою молекулярною масою потрібна висока концентрація мономерів. Внаслідок екстремальних умов полімеризації, результуючий полімер має високу ступінь розгалуженості за рахунок коротких і довгих бічних ланцюгів, що обмежує кристалічність приблизно до 50% і призводить до відносно широкої області плавлення.

						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27



## 5. Поліпропілен (PP)

Міцний і термостійкий пластик, із якого виготовляють харчові контейнери, упаковки для продуктів харчування, шприци, іграшки. Досить безпечний, але може виділяти формальдегід.

Поліпропілен володіє дуже хорошою пластичністю, він легко піддається переробці. Виробам з нього можна надавати найрізноманітніші форми. Так само він добре забарвлюється і легко піддається хлоруванню. Всі вироби з поліпропілену витримують кип'ятіння, і можуть стерилізувати паром без якої-небудь зміни їх форми або механічних властивостей. Максимальна температура експлуатації поліпропілену 120-140 ° С. Поліпропілен має невисоку морозостійкість. Але її можна підвищити шляхом кополімеризації пропілену з етиленом.

Завдяки своїм споживчим і технологічним якостям поліпропілен має дуже широкий спектр застосування і займає друге місце після поліетилену по світовому випуску.

Поліпропілен застосовується для виробництва листів, плівки, меблів, газо- і водопровідних напірних труб, профілів, технічних виробів, товарів побутового призначення, у виробництві поліпропіленового волокна.

Деякі марки поліпропілену можуть використовуватися при контакті з харчовими продуктами, а також для виробництва виробів медичного призначення.

Властивість поліпропілену пропускати водяні пари, робить його незамінним для упаковки продуктів харчування (хліба, зелені, бакалії), а також в будівництві для гідроізоляції.

Поліпропілен (PP) - жорсткий конструкційний пластик з хорошими діелектричними характеристиками, що відрізняється хімічною стійкістю. У порівнянні з іншими пластиками він один з найбільш легких - не тоне у воді, так як має невелику щільність, всього 0,92 г / см<sup>3</sup>.

						Лист
						28
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Сорти поліпропілену:

PP-H - гомополімери (більш жорсткий);

PP-C - сополімер (трохи більш гнучкий, ніж PP-H).

Крім того, поліпропілен також випускається наступних сортів:

Поліпропілен ORTHO призначений для теплової обробки і вакуумного формування, а також для виготовлення протезно-ортопедичних виробів (пластик натурального або світло-сірого кольорів, після термоформовання зберігає стабільність розмірів);

Поліпропілен з текстурної поверхнею ( «апельсиною кіркою») застосовується для сходинок басейнів.

Полегшений (спінений) поліпропілен FOAMLITE ECO, використовується для виготовлення кришок, покриття стін, а також при виробництві вантажівок (щільність: 0,7 г / см<sup>3</sup>, білого або зеленого кольорів);

Технічні характеристики:

Щільність: 0,92 г / см<sup>3</sup>; щільність спіненого - 0,7 г / см<sup>3</sup>;

Робоча температура сополімера поліпропілену (PP-C): -30 ÷ +90 оС;

Робоча температура гомополімера поліпропілену (PP-H): 0 ÷ +100 оС.

властивості:

Відрізняється стійкістю до кислот, лугів і корозії;

Не вбирає вологу і легко піддається зварюванню;

Стійкий до багаторазової стерилізації;

Характеризується хорошими електроізоляційними властивостями в широкому діапазоні температур;

Нешкідливий і гігієнічний - його можна використовувати в контакті з харчовими продуктами і питною водою;

									Лист
									29
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

PP має захист від УФ-випромінювання, що надає йому довговічність при використанні на відкритому повітрі;

Колір - натуральний (білуватий), світло-сірий (RAL 7 032), чорний, блакитний, білий і ін.

Застосування поліпропілену:

Поліпропілен використовується в водоочисних спорудах, для виготовлення різних ємностей, басейнів, водних ковзанок, зовнішніх чанів, електролізних ванн, хімічних резервуарів, вентиляційних систем, щитів, перегородок і полиць.



## 6. Полістирол (PS)

Дешевий і простий у виробництві пластик, із якого виготовляють майже весь одноразовий посуд, контейнери для їжі, іграшки, теплоізоляційні плити. Може виділяти стирол, тому одноразовий посуд і називається одноразовим!!! Стироли – фінфлетилен, вінілбензен. Слаботоксичний, уражає слизову оболонку. Має канцерогенні властивості, впливає на репродуктивну функцію.

Ступінь полімеризації промислово випускаються полістиролів  $n = 600-2500$ , коефіцієнт полідисперсності  $M_w / M_n = 2 - 4$  ( $M_w$  - середнемассовая,  $M_n$  - середнечісловая молекулярні маси). Залежно від методу синтезу і ступеня полімеризації індекс плинності становить 2-30, температура розм'якшення (по Віка, 200 МПа)  $97^\circ \text{C}$  для аморфного і  $114^\circ \text{C}$  для частково кристалізуватися полістиролу [1].

Фенільні групи перешкоджають впорядкованого розташування макромолекул і формування кристалічних утворень.

Полістирол - жорсткий, крихкий, аморфний полімер з високим ступенем оптичного світлопропускання, невисокою механічною міцністю. Полістирол має низьку щільність ( $1060 \text{ кг / м}^3$ ), усадка при литтєвий переробці 0,4-0,8%. Полістирол володіє відмінними діелектричними властивостями і непоганий



морозостійкістю (до  $-40^{\circ}\text{C}$ ). Має невисоку хімічну стійкість (крім розведених кислот, спиртів і лугів).

Розчиняється в ацетоні, толуолі, діхлоретане, повільніше в бензині. Не розчинний у воді. Термопластичний матеріал. Полістирол легко формується і забарвлюється. Добре обробляється механічними способами. Добре склеюється. Володіє низьким вологиопоглинанням, високу вологостійкість і морозостійкість.

#### отримання

Промислове виробництво полістиролу засноване на радикальній полімеризації стиролу. Розрізняють 3 основних способи його отримання:

#### *Емульсійний (ПТЕ)*

Найбільш застарілий метод отримання, який не отримав широкого застосування у виробництві. Емульсійний полістирол отримують в результаті реакції полімеризації стиролу в водному розчині лужних речовин при температурі  $85-95^{\circ}\text{C}$ . Для цього методу потрібні: стирол, вода, емульгатор і ініціатор полімеризації. Стирол попередньо очищають від інгібіторів: треба пірокатехіна або гідрохінону. Ініціаторами реакції застосовують водорозчинні сполуки, двоокис водню або персульфат калію. Як емульгатори застосовують солі жирних кислот, луку (мило), солі сульфокислот. Реактор наповнюють водним розчином касторової олії і ретельного перемішуючи вводять стирол і ініціатори полімеризації, після чого отримана суміш нагрівається до  $85-95^{\circ}\text{C}$ . Мономер, розчинений в мицеллах мила, починає полімеризуватися, вступаючи з крапель емульсії. В результаті чого утворюються полімер-мономірні частки. На стадії 20% полімеризації мицелярне мило витрачається на освітлення адсорбованих шарів і процес далі протікає всередині частинок полімеру. Процес закінчується, коли вміст вільного стиролу стане менше 0,5%. Далі емульсія транспортується з реактора на стадію осадження з метою подальшого зниження залишкового мономера, для цього емульсію коагулюють розчином кухонної солі і сушать, одержуючи порошкоподібну масу з розмірами частинок до 0,1 мм. Залишки лужних речовин впливають на якість отриманого матеріалу, оскільки повністю усунути сторонні домішки неможливо, а їх наявність надає полімеру жовтуватий відтінок. Даним методом можна отримувати полістирол з найбільшою молекулярною масою. Полістирол одержуваний за цим методом має абревіатуру - ПТЕ, яка періодично зустрічається в технічній документації і старих підручниках з полімерних матеріалів.

#### *Суспензійний (ПСС)*

						Лист
						31
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Суспензійний метод полімеризації проводиться за періодичною схемою в реакторах з мішалкою і тепловідводної сорочкою. Стирол готують, суспендірую його в хімічно чистій воді за допомогою застосування стабілізаторів емульсії (полівінілового спирту, поліметакрилату натрію, гідроксиду магнію) і ініціаторів полімеризації. Процес полімеризації проводиться при поступовому підвищенні температури (до 130 ° С) під тиском. Результатом є - отримання суспензії з якої полістирол виділяють шляхом центрифугування, потім його промивають і сушать. Даний метод отримання полістиролу також є застарілим і найбільш придатний для отримання і сополімерів стиролу. Даний метод в основному застосовується у виробництві пінополістиролу.Блоковий або отримується в масі (ПСМ)

Розрізняють дві схеми виробництва полістиролу загального призначення: повної та неповної конверсії. Термічна полімеризацією в масі по безперервній схемі являє собою систему послідовно з'єднаних 2-3 колонних апарату-реактора з мішалками. Полімеризацію проводять постадійно в середовищі бензолу - спочатку при температурі 80-100 ° С, а потім стадією 100-220 ° С. Реакція припиняється при ступені перетворення стиролу в полістирол до 80-90% маси (при методі неповної конверсії ступінь полімеризації доводять до 50-60%). Непрореагировавший стирол-мономер видаляють з розплаву полістиролу вакуумированием, знижуючи вміст залишкового стиролу в полістиролі до 0,01-0,05%, що не прореагував мономер повертається на полімеризацію. Полістирол, отриманий блоковим методом відрізняється високою чистотою і стабільністю параметрів. Дана технологія найбільш ефективна і практично не має відходів.



**Інші види пластмас**





До цієї групи входять пластмаси, які не отримали окремого номера. Із них виготовляють пляшечки для дітей, іграшки, пляшки для води. Містять бісфенол А, а окремі пластмаси із цієї групи, навпаки, відрізняються підвищеною екологічною чистотою.

Проглянувши безліч варіантів та різних варіацій поєднань пластику мій вибір впав на рідкокристалічний полімер (LCP) - клас висококристалічних термопластів.

Містить бензольні кільця в полімерних ланцюгах, які є стержнеподібними структурами, організованими великими паралельними матрицями.

Характерні ознаки:

Завдяки низькій в'язкості розплаву LCP пластмаса легко заповнює дуже тонкі стінки, що дозволяє виготовляти вироби складних форм методом лиття під тиском. Точність розмірів забезпечується малою (або навіть нульовою) усадкою в напрямку потоку, а також низьким коефіцієнтом теплового розширення. Відносно висока температура плавлення (близько 300 ° C) дозволяє робити термостійкі вироби, наприклад для застосування в медицині (можливість стерилізації в паровому автоклаві) або електроніці (можливість поверхневого монтажу пайкою).

Дослідивши інформацію, стало зрозуміло що такий пластик чудово підходить, заодно я знайшов торгівців що можуть продати даний продукт.

Найбільш відомі торгові марки:

\* Vectra німецької компанії Ticona

\* Zenite компанії DuPont

\* Ultralam компанії Rogers

						Лист
						33
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

### 1.3. Чому саме Bluetooth 4.0

Технологію Bluetooth 4.0 було обрано так як її сигнал являється досить стабільним, та вона підтримується більшістю сучасних гаджетів, що робить її використання набагато дешевшим та простішим в порівнянні з іншими.

У специфікації Bluetooth вже багато різних версій, і ця технологія продовжує удосконалюватися. Перші версії протоколу, 1.0 і 1.0B, 1998 року, були ще недосконалими в плані сумісності різних пристроїв та анонімності з'єднання. У Bluetooth 1.1 додалася підтримка нешифрованих каналів та можливість відображення рівня потужності сигналу. У Bluetooth 1.2 було введено відразу багато поліпшень – AFH, eSCO, підтримка UART в HCI, вища швидкість виявлення, підключення і передачі (до 721 кбіт / с проти початкових 64) даних. У 2004 році вийшла ще досконаліша версія 2.0 (всі версії мають зворотну сумісність з найпершими). Тут вже з'явилася швидкість до 2-3 Мбіт/с (Enhanced Data Rate – EDR), на практиці – максимум 2,1 Мбіт / с. Також пристрої з підтримкою Bluetooth 2.0 споживають менше енергії. у 2007 році з'явився Bluetooth 2.1, а в 2008 Bluetooth 2.1 + EDR з ще більш низьким (в 5 разів) споживанням енергії, більш високим рівнем захисту даних, прискореної зв'язком Bluetooth-пристроїв. Наступна версія Bluetooth 3.0 + HS від 2009 року теоретично дозволяє швидкість передачі даних в 24 Мбіт/с. Додані AMP (асиметрична мультипроцесорна обробка) і сумісність зі стандартом 802.11. Але все ж не швидкість передачі даних є найбільш пріоритетною для розвитку технології, а знижене енергоспоживання, адже в основному Bluetooth використовується саме на мобільних пристроях. У тому ж 2009 році з'явилася специфікація Bluetooth 4.0 з переробленим алгоритмом роботи, який дозволяє включати передавач тільки під час передачі даних. Швидкість передачі даних по новому стандарту буде всього до 1 Мбіт/с, зате з ним можна використовувати самі мініатюрні пристрої, зокрема сенсори спортивного взуття, датчики вологості і температури, годинник та ін. Сам по собі Bluetooth модуль версії 4.0 може працювати кілька років на одній батарейці – і дозволяє при цьому встановлювати з'єднання всього за 5 мілісекунд на відстані до 100 м, шифруючи при цьому дані AES-шифруванням. В даний момент цей стандарт на практиці найбільше реалізується компаніями Apple і HTC в своїх комунікаторах.

#### Захищеність

Для можливості спільної роботи Bluetooth-пристроїв потрібно, щоб вони підтримували один профіль команд і передачі даних – A2DP для передачі аудіопотоку, AVRCP для роботи пультів управління, VIP для пересилання зображень, BPP для друку, CIP для доступу до ISDN, CTP для бездротової телефонії, DIP для ідентифікації класу і типу пристрою, HID для підтримки HID-пристроїв (мишок, клавіатур), та ін. Всього таких різних профілів існує

						Лист
						34
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

близько 20. Потрібно завжди пам'ятати, що як і Wi-Fi, Bluetooth широкосмуговий, передається по радіохвилях, а значить потенційно вразливим для перехоплення даних, а також і для підбору PIN-коду будь-якого пристрою і неавторизованого з'єднання з ним. Втім, навіть для простих PIN-кодів для подібного злому потрібно тривале перебування злоумисника з відповідним апаратним та програмним забезпеченням в межах прямої видимості – буквально на відстані декількох десятків метрів. Елементарне виключення Bluetooth в той час, коли його функції не потрібні, достатньо добре захистить і пристрій, і конфіденційні дані. На деяких типах пристроїв таке відключення може бути і неможливим, але навряд чи кому може бути цікавий злом Bluetooth-принтера.

Значення технології Bluetooth в сучасному світі величезна. Це найпростіший і ефективний спосіб разової передачі певних даних (фотографій, музики, документів) з телефону на телефон, з фотоапарата на ноутбук, зі смартфона на принтер та ін. Не потрібна метушня з кабелями, не потрібна навіть пряма видимість, а наявність підтримки Bluetooth сьогодні є навіть у самих бюджетних пристроїв. Внаслідок простоти апаратної реалізації технології, куди завгодно можна встановити і Bluetooth-модуль, щоб підключається через USB – він коштує зовсім небагато. Особливо зручно використання бездротової гарнітури (навушників і мікрофону) для телефону – це дозволяє звільнити руки водієві, дозволяє будь-якій людині перебувати на зв'язку де завгодно – в натовпі, в громадському транспорті, в самих скрутних обставинах. Але з розвитком можливостей мобільних пристроїв – нетбуків, КПК, електронних книжок і смартфонів, Bluetooth може відступити на задній план, здавши свої позиції технології Wi-Fi. Хоча специфікація Bluetooth і забезпечує можливість створення повноцінної мережі між двома пристроями, або доступу до Інтернету, на практиці це зазвичай не реалізовується – немає пристроїв з такими профілями. Втім, сьогодні навіть самий бюджетний смартфон або нетбук має на борту обидві ці технології – Wi-Fi для мереж, а Bluetooth для зв'язку з будь-якими іншими пристроями.

Як відомо Bluetooth представляє собою унікальну та універсальну технологію передачі даних, частота роботи зазвичай складає 2.5ГГц при чому її сигнал являється стабільним, а розриви у зв'язку відсутні. Саме ці фактори стали найвпливовішими при виборі цієї технології для передачі даних.

#### ***1.4. Як працюватиме гаджет***

З вибором мови програмування проблем не було адже зразу було ясно що потрібна саме Java.

						Лист
						35
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## Чому саме Java?

Ця універсальна мова програмування використовується компаніями різних розмірів у своєму корпоративному серверному програмному забезпеченні. Програми, написані на Java, можна знайти скрізь: у смарт-чайнику, на смартфоні Android, комп'ютері або автомобілі Tesla. Оскільки Java є скрізь, знайти роботу, знаючи цю мову досить просто.

### Реальні програми Java

Є багато програм для Java, від сайтів електронної комерції до додатків Android, від наукових до фінансових додатків, таких як торгові системи, від ігор, таких як Minecraft, до настільних програм, таких як Eclipse, Netbeans і IntelliJ, від відкритих джерел до додатків J2ME. Давайте розглянемо кожен з них.

### Програми для Android

Якщо ви хочете побачити, де використовується Java, не потрібно йти далеко. Просто візьміть свій телефон Android, абсолютно всі програми написані на Java, використовуючи Google і Android API, які схожі на JDK. Кілька років тому Android надав необхідні можливості, завдяки яким сьогодні багато Java-програмістів є розробниками Android. До речі, Android використовує інший JVM і інший і інший спосіб її побудови, але код все ще написаний на Java.

### Серверні додатки у фінансових послугах

Java широко використовується у фінансовому секторі. Багато глобальних інвестиційних банків, таких як Goldman Sachs, Citigroup, Barclays, Standard Chartered та інші, використовують Java для написання інтерфейсних та зворотних офісних електронних систем, систем регулювання та підтвердження, проектів обробки даних та деяких інших. Переважно, Java використовується при написанні серверних додатків, більшість з яких без будь-якого інтерфейсу користувача, які отримують дані з одного сервера, обробляють його і відправляють далі. Java Swing також користувався популярністю для створення інтерфейсів з товстими клієнтами, але тепер C# швидко захоплює ринок у цій області, і Swing вже вичерпується.

### Веб-програми

Java також широко використовується в електронній комерції і в області веб-додатків. Величезна кількість служб RESTful було створено за допомогою Spring MVC, Struts 2.0 і подібних фреймворків. Навіть найпростіші програми, засновані на Servlet, JSP і Struts, досить популярні в різних

						Лист
						36
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

урядових проектах. На Java написано багато веб-додатків державного, медичного, страхового, освітнього, оборонного та деяких інших відділів.

### Програмне забезпечення

Багато корисних програм і засобів розробки написані і розроблені в Java, наприклад Eclipse, IntelliJ Idea і Netbeans IDE. Думаю, це, крім того, найбільш використовувані програми, написані на Java. Був час, коли Swing був дуже популярний у створенні "жирних клієнтів", головним чином у фінансовому секторі. Сьогодні Java FX набирає все більшу популярність, але це ще не є заміною Swing, і C # майже повністю замінив Swing з фінансового поля.

### Торгові програми

Торгівельні програми третіх сторін, які також є частиною великої індустрії фінансових послуг, також використовують Java. Популярні програми, такі як Murex, які використовуються в багатьох банках, написані на Java.

### Додатки J2ME

Незважаючи на те, що поява iOS і Android практично знищило ринок J2ME, все ще існує величезна кількість дешевих телефонів Nokia і Samsung, які використовують J2ME у світі. Був час, коли майже всі ігри та програми, доступні на Android, були написані за допомогою MIDP і CLDC, які є частиною платформи J2ME. J2ME як і раніше популярний серед засобів масової інформації, таких як Blu-ray, flashcards і set-top boxes. Одна з причин популярності WhatsApp є те, що вона також доступна на J2ME.

### Вбудовані системи

Широка Java і в області вбудованих систем. Ви можете бачити, на що здатна платформа; Вам потрібно лише 130 Кб для використання Java (на смарт-картках і датчиках). Спочатку Java була розроблена для вбудованих систем. Насправді, ця область була частиною початкової кампанії «писати один раз, бігати куди завгодно», і вона виглядає як плід.

### Великі дані

Hadoop та інші великі технології обробки даних так чи інакше використовують Java, наприклад Hbase і Accumulo з Apache, або Elasticsearch. Хоча Java не домінує в цій області, існують такі технології, як MongoDB, які написані на C ++. Java має потенціал, щоб отримати більшу частку цієї зростаючої області, якщо Hadoop або Elasticsearch розширюється.

### Високочастотні торгові простори

						Лист
						37
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Java покращила свою продуктивність і, з сучасними ІТ, вона здатна забезпечити продуктивність на рівні C ++. З цієї причини Java також користується популярністю при написанні високопродуктивних систем, тому що, хоча продуктивність втрачає в порівнянні з рідною мовою, ви можете пожертвувати безпекою, мобільністю і надійністю заради більшої швидкості, і це займає лише один недосвідчений програміст C ++. зробити додаток повільним і ненадійним.

### Наукові програми

На сьогоднішній день Java часто є типовим вибором для наукових додатків, включаючи обробку природних мов. Основна причина полягає в тому, що Java є більш безпечною, мобільною та надійною і має кращі інструменти паралелізації, ніж C ++ та інші мови.

У 90-ті роки Java користувалася популярністю в Інтернеті завдяки аплетам, але через кілька років аплети втратили свою популярність, в основному через різні проблеми безпеки. На сьогоднішній день настільні Java та аплети майже мертві. Java за замовчуванням є улюбленою в індустрії програмного забезпечення і широко використовується у фінансовому секторі, інвестиційних банках і в сфері електронної комерції. Кожен, хто вивчає Java, має світле майбутнє. Java 8 лише зміцнила переконання, що Java буде продовжувати домінувати в області розвитку протягом багатьох років.

Код для програми на гаджет (що відраховуватиме 30 сек протягом яких здійснюється підрахунок кількості обертів) виглядає так:

```
public class Stopwatch {  
  
    private long startTime = 0;  
    private long stopTime = 0;  
    private boolean running = false;  
  
    public void start() {  
        this.startTime = System.currentTimeMillis();  
        this.running = true;  
    }  
  
    public void stop() {  
        this.stopTime = System.currentTimeMillis();  
        this.running = false;  
    }  
  
    //elapsed time in milliseconds  
    public long getElapsedTime() {  
        long elapsed;  

```

						Лист
						38
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

```

if (running) and (startTime!=30) {
    elapsed = (System.currentTimeMillis() - startTime);
} else {
    elapsed = (stopTime - startTime);
}
return elapsed;
}

//elapsed time in seconds
public long getElapsedTimeSecs() {
    long elapsed;
    if (running) {
        elapsed = ((System.currentTimeMillis() - startTime) / 1000);
    } else {
        elapsed = ((stopTime - startTime) / 1000);
    }
    return elapsed;
}
}

```

Оскільки код написаний мовою Java то з перенесення м його на конкретну систему проблем виникнути не може.

### 1.5. Вибір матеріалу фільтра

Перед вибором фільтруючих матеріалів, виникла проблема їх надійності, а саме, чи витримають вони температуру, яку мають більшість визлопних газів. У пошуках відповідей на ці запитання довелося звернутися про допомогу на форуми, та попросити фахівців здійснити певні виміри. Ось результати які було отримано в їх наслідку:

#### ***Дослідження проводилося на автомобілі Opel Vectra B***

##### *Результати замірів:*

- *Температура навколишнього середовища 21 грд. Цельсія*
- *Температура двигуна внутрішнього згорання 92 грд. Цельсія*
- *Температура на виході з вихлопної труби 132 грд. Цельсія. (заміри зроблені безпосередньо в трубі, термомпару було заведено на 15 см в середину глушника)*

Данні результати були м'яко кажучи шокуючими, адже, якщо потримати руку біля визлопної труби, відчувається просто тепле повітря, і, як Я вважав дозамірів його температура може бути не більше 100 грд. Цельсія, проте всі ми помиляємось. Згодом було справедливо відмічено що при наявності обертів двигуна температура вихлопних газів буде збільшуватись, що мусило провести ще один експеримент:

##### *Результати замірів:*

- *Температура навколишнього середовища 17 грд. Цельсія*
- *Температура двигуна внутрішнього згорання 96 грд. Цельсія*

									Лист
									39
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

- *Оберти двигуна 4000 без навантаження. Час роботи 5 хвилин. Попередньо проїхавши 12 км.*
- *Пікове значення температури на виході з вихлопної труби 197 грд Цельсія (заміри зроблені безпосередньо в трубі, термометру було заведено на 15 см всередину глушника)*

Після отримання цих даних можна було приступати до пошуку матеріалів.

Згідно останніх вимог, по ГОСТ Р ЕН 779-2014.

Класифікація по ЕН 779: 2002 (групи F і G) змінена в цьому стандарті на класифікацію, що складається з трьох груп (групи F, M і G).

Якщо за результатами випробувань фільтр має середню ефективність нижче 40% для часток з розміром 0,4 мкм, то його відносять до групи G, всередині якої присвоюється клас по середньої пилезадерживающей здатності.

Якщо фільтр має середню ефективність від 40% до 80% для часток з розміром 0,4 мкм, то його відносять до групи M (M6, M7). Фільтри групи M класифікують за середньою ефективності (частки з розміром 0,4 мкм). Класи фільтрів F6 і F7 замінені на класи M6 і M7. Характеристики фільтрів залишилися колишніми.

Якщо фільтр має середню ефективність 80% і вище для частинок з розміром 0,4 мкм, то його відносять до групи F (F7-F9). Фільтри групи F класифікують за середньою ефективності (частки з розміром 0,4 мкм).

#### *контрольний аерозоль*

При випробуваннях на ефективність застосовуються аерозоль DEHS (або еквівалентний) з наступних причин:

- використовується значна частина обладнання, передбаченого ЄП 779: 2002 і ЕВРОВЕНТ 4 / 96, яке освоєно користувачами;

- можна легко отримувати однорідні аерозолі рідин з необхідними концентраціями і розмірами частинок;

- нерозбавлений DEHS використовується для створення незарядженого аерозолі;

- для калібрування лічильників частинок використовуються сферичні латексні частинки. Оптичні лічильники частинок мають більш високою точністю для сферичних рідких частинок, ніж для несферичних твердих частинок солі і контрольної пилу.

									Лист
									40
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					



## характеристики фільтрації

У додатку А розглянуті повторний винесення і відділення частинок від фільтра.

В ідеальному процесі фільтрації кожна частка утримується волокном фільтра при першому зіткненні з ним, але інші частинки можуть вплинути на вже осів частку, в результаті чого вона може бути віднесена потоком повітря. Волокна і частки самого фільтра також можуть відділятися за рахунок механічних сил. Причини виділення волокон і часток можуть представляти інтерес для користувача, але їх не можна встановити за допомогою оптичного лічильника часток.

Дія деяких типів фільтруючого матеріалу засноване на електростатичному ефекті, який дозволяє досягти високої ефективності фільтрації при низькому опорі потоку повітря. Окремі види частинок, наприклад продукти горіння або масляний туман, можуть нейтралізувати заряд і знизити ефективність фільтрації. Користувачам слід знати про таку властивість електростатичних фільтрів. Важливо також виявляти зниження ефективності фільтрації. Описана методика випробувань розрядженого фільтра дозволяє визначити, чи залежить ефективність фільтра від механізму утримання часток за рахунок електростатичного ефекту, і отримати кількісну інформацію про його вплив.

Фільтруючі матеріали що будуть використовуватися у FRA-1 відносяться до двох класів точності очистки, за стандартом 2016р EN 779, що дозволяє зменшити кількість часточок вихлопних газів розміром до 4 мкм до 95%, а до 5 мкм майже 100%.

Для першочергової очистки використовуються фільтроматеріал **Скловолоконний фільтр MG**,



він призначений для грубої очистки повітря та має такі характеристики:

- виготовляється з 100% боросилікатного скла високої чистоти, білий;

						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- при виробництві не використовуються додаткові зв'язуючі агенти;
- стійкий при температурі до 500-550 ° C;
- поєднує в собі велику швидкість потоку з високою гряземісткістю при фільтрації навіть дуже тонких осадів,
- біологічно інертний, негігроскопічний, хімічно стійкий по відношенню до більшості реагентів і розчинників, включаючи концентровані кислоти;.
- термін роботи значно довше, ніж у целюлозних фільтрів.

Завдяки його специфічному розташуванню уFRA-1, та властивостям матеріалу, повітряний потік буде фільтруватися з найменшими втратами швидкості, що дозволить йому менше навантажувати сам фільтр та вихлопну систему автомобіля.

Даний тип фільтру було вибрано за критеріями термостійкості, порівняно високої пропускної здатності, та великому ступеню фільтрації, і тривалості роботи.

Наступним ступенем очистки буде фільтроматеріал очистки класа G2



***Dust-Stop***

Матеріал має додаткове антибактеріальне та адгезійноактивне покриття, «зв'язує» пил, і використовується для відділення сухого абразивного пилу.

- Жовтий колір завдано на стороні вхідного повітря.
- Термостійкість до 180C
- Має додатково на скловолна антибактеріальну адгезійноактивне покриття, «зв'язує» пил
- Не містить силікону

						Лист
						42
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

В якості останнього фільтруючого шару було обрано *матеріал V 600G* класу F5 для тонкої очистки повітря.



Матеріал фільтра являє собою термічно оброблене і має підвищену адгезію поліестер. Поверхня фільтра посилена шаром спеціального тканого поліефірного матеріалу, що додає антипілінгові властивості.

#### Особливості

- Завдяки високій адгезії затримується 100% часток розміром понад 5 мкм
- Протестований згідно EN 779
- Сумісний з будь-якими фарбами по протоколу IPA
- Мають підвищену ємність завдяки рівномірному і селективного розподілу часток по всьому об'єму фільтра
- Волокно фільтра спеціально ущільнено від брудної сторони до чистої ("прогресивна" структура), що забезпечує рівномірний розподіл часток по всій товщині і збільшення терміну життя фільтра
- Не містять силікону, пилу і залишків паперу
- Фільтри схвалені для застосування великою кількістю виробників автотранспорту і лакофарбових матеріалів.

умови тестування:

- товщина матеріалу: 25 мм

						Лист
						43
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- витрата повітря: 900 м<sup>3</sup> / год в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> поверхні
- початковий перепад тиску: 25 Па
- рекомендований кінцевий перепад тиску: 450 Па.

Технічні характеристики:

- Розміри, мм 1140x1500
- Клас очищення EU5
- Середня пилезадерживающая здатність, % 97
- Пилеемкость, г / м<sup>2</sup> 333
- Питома вага, г / м<sup>2</sup> 650
- Вогнетривкість згідно DIN 53438-3 (F1)
- Вологостійкість до 100% відноситься. вологості
- Термостійкість, °C до 100

Після проходження через фільтр FRA-1 повітря стане значно чистішим, що дозволить мільйонам людей дихати вільно, та забезпечить захист навколишньому середовищу.

### ***1.6. Розрахунок похибок***

Припустимо що фільтр являється забрудненим коли кількість обертів крильчатки зменшилася на 40%, хоча це число може варіюватися самим користувачем на його власний розсуд. За для коректного використання фільтру необхідно зробити такі операції:

1. Встановлюємо фільтр під'єднуючийого до вихлопної труби транспортного засобу;
2. Встановлюємо на телефон (або інший пристрій) програму «FRA\_Control»;
3. Запускаємо двигун автомобіля;
4. Запускаємо програму «FRA\_Control» та натискаємо кнопку «CleanFilter»натискання цієї кнопки почне рахувати кількість обертів крильчатки вважаючи що фільтр на данному етапі чистий, для отримання відсоткового степеню забруднення фільтра необхідно натиснути кнопку «Startanalyze»;
5. Через 30 сек ми отримуємо на ваш телефон кількість обертів крильчатки і відповідно від того чи встановлювали ви новий фільтр, чи обирали опцію аналізу, тримаємо результати «Success» (успішно)або «Thewearofthefilteris ...%» (зношення фільтру становить ...% від норми).

						Лист
						44
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таким чином при наступному запуску двигуна і повторенню аналогічних операцій, в наслідок успішної роботи фільтру та захоплення шкідливих речовин з вихлопних газів, результати наступних замірів будуть зменшуватись. Ваш смартфон отримає результати та порівняє їх з результатами чистого фільтру і видасть вам результат у відсотковому зношенні фільтру.

Якщо ми наприклад візьмемо початкове значення обертів за  $X$  а отримане нинішнє значення за  $Y$  тоді результат зношення фільтра визначається за формулою  $(1-(X-Y)/(X*0,4)) \cdot 100\%$ .

Припустимо що можлив похибка фільтру становить 3%, так як на швидкість руху вихлопних газів впливає безліч зовнішніх факторів, тоді щоб її корелювати можна ввести що фільтр являється забрудненим не при падінні кількості обертів на 40% а при їх зменшенні на 37% відповідно цього і формула зміниться і матиме такий вигляд:  $(1-(X-Y)/(X*0,37)) \cdot 100\%$ .

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Опис об'єкта для технологічного процесу

Для опису технологічної частини проекту як об'єкт візьмемо прилад у цілому. Складальне креслення фільтру FRA-1 представлено у графічній частині дипломного проекту. Опис принципу дії приладу приведено в проектно-конструкторському розділі.

Фільтр виконаний у вигляді циліндра з відливками для кріплення і має наступні габаритні розміри: діаметр 90 мм і довжину 140 мм. До складу фільтру входять такі складальні одиниці: Корпус, фільтруючі вставки, крильчатка та датчик кількості обертів з Bluetoothпередавачем.

Для розробки ТПС рекомендується спочатку скласти *технологічну схему складання*, що представляє собою графічне, умовне зображення послідовності з'єднань окремих складових частин виробу (складальних одиниць і деталей).

На схемі всі складові частини виробу представляються у виді прямокутників, при цьому деталі розташовуються над центральною лінією, що йде від базової деталі (складальної одиниці) до цілком зібраного виробу (вузлу), складальні одиниці – під центральною лінією. У кожному прямокутнику вказується найменування, номер позиції по специфікації або позначення (код) деталі (складальної одиниці) і кількість на виріб (вузол). На підставі технологічної схеми рекомендується скласти укрупнений план складання виробу, виділяючи окремі операції складання кожної складальної одиниці, що є складовою частиною виробу. Це дозволяє здійснити рівнобіжне, незалежне складання окремих складальних одиниць (вузлів) на різних робочих місцях.

						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

### Технічні показники уніфікації конструкції

Коефіцієнт уніфікації виробу  $K_y$  визначається по такій формулі

$$K_y = \frac{E_y + D_y}{E + D}$$

де  $E_y$  – число уніфікованих складальних одиниць у виробі ( $E_y=2$ );

$D_y$  – число уніфікованих деталей ( $D_y=8$ );

$E$  – кількість складальних одиниць у приладі ( $E=4$ );

$D$  – кількість деталей, що є складовими частинами виробу ( $D=13$ ).

$$K_y = \frac{2+8}{4+13} = 0.59$$

Коефіцієнт уніфікації складальних одиниць  $K_{y.c.}$  визначається, як відношення кількості уніфікованих складальних одиниць до загального числа складальних одиниць у приладі:

$$K_{y.c.} = \frac{E_y}{E} = \frac{2}{4} = 0.5$$

Коефіцієнт уніфікації деталей виробу  $K_{y.d.}$  визначається, як відношення кількості уніфікованих деталей до загального числа деталей у приладі:

$$K_{y.d.} = \frac{D_y}{D} = \frac{8}{13} = 0.62$$

Коефіцієнт повторюваності  $K_{нов}$  визначається за формулою:

$$K_{нов} = 1 - \frac{Q}{E + D}$$

де  $Q$  – число найменувань складових частин,  $Q=13$ ;

$E+D$  – загальне число складових частин у виробі.

$$K_{нов} = 1 - \frac{13}{4+13} = 0.24.$$

Абсолютний техніко-економічний показник трудомісткості виготовлення  $T_u$  виражається сумою нормо-годин, витрачених на виготовлення приладу.

$$T_u = \sum_i T_i = 80 \text{ годин}$$

Рівень технологічності конструкції по трудомісткості виготовлення  $K_m$  визначається як відношення досягнутої трудомісткості виробу до базового показника трудомісткості виготовлення  $T_{б.н.}$  ( $T_{б.н.} = 104$  годин)

$$K_T = \frac{T_u}{T_{б.н.}} = \frac{80}{104} = 0.77$$

Технологічна собівартість виробу  $C_u$  визначається як сума витрат на один виріб

$$C_u = C_m + C_z + C_{ц.р.}$$

де  $C_m = 120$  грн. – вартість матеріалів, які йдуть на виготовлення приладу;

$C_z = 200$  грн. - заробітна плата виробничих робітників з нарахуваннями;

$C_{ц.р.} = 500$  грн. - цехові накладні витрати.

$$C_u = 120 + 200 + 500 = 820 \text{ грн.}$$

Рівень технологічності конструкції по технологічній собівартості визначається як відношення досягнутої собівартості виробу  $C_u$  технологічної собівартості базового виробу  $C_{б.н.}$  ( $C_{б.н.} = 1000$  грн. )

$$K_c = \frac{C_u}{C_{б.н.}} = \frac{820}{1000} = 0.82.$$

Звідси: комплексний показник технологічності виробу:

						Лист
						47
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$K = \frac{K_1 \cdot K_{1\mathcal{O}} + K_2 \cdot K_{2\mathcal{O}} + K_3 \cdot K_{3\mathcal{O}} + \dots + K_n \cdot K_{n\mathcal{O}}}{K_{1\mathcal{O}} + K_{2\mathcal{O}} + K_{3\mathcal{O}} + \dots + K_{n\mathcal{O}}} =$$

$$= \frac{\sum_i^n K_i \cdot K_{i\mathcal{O}}}{\sum_i^n K_{i\mathcal{O}}}$$

де  $K_i$  – приватний показник технологічності;

$K_{i\mathcal{O}}$  - коефіцієнт економічної еквівалентності ітого приватного показника.

Технологічність даного приладу оцінюється 4 приватними коефіцієнтами технологічності:  $K_1=K_m=0.77$ ,  $K_2=K_c=0.82$ ,  $K_3=K_y=0.59$ ,  $K_4=K_{y.c.}=0.5$ ,  $K_5=K_{y.d.}=0.62$ ,  $K_6=K_{нов}=0.24$ .

По типовому представленню даного виробу встановлене співвідношення показників економічності :  $K_{1E}=0.35$ ,  $K_{2E}=0.3$ ,  $K_{3E}=0.12$ ,  $K_{4E}=0.05$ ,  $K_{5E}=0.15$ ,  $K_{6E}=0.08$ .

Тоді

$$K = \frac{0.77 \cdot 0.35 + 0.82 \cdot 0.3 + 0.59 \cdot 0.12 + 0.5 \cdot 0.05 + 0.62 \cdot 0.15 + 0.24 \cdot 0.08}{0.35 + 0.3 + 0.12 + 0.05 + 0.15 + 0.08} = 0,69$$

Оскільки  $K=0,69$  тобто  $K>0.5$  то вирію являється технологічним.



### **2.3. Маршрутний технологічний процес**

Маршрутний опис технологічного процесу - це скорочений опис всіх технологічних операцій у маршрутній карті в послідовності їх виконання без вказівки переходів і технологічних режимів.

Маршрутна карта - основний технологічний документ, що розробляється на всіх стадіях складання робочої документації, містить опис технологічного процесу виготовлення (ремонт) виробу по всіх операціях в певній послідовності із зазначенням устаткування, оснащення, матеріалів, трудових витрат і т. П. В карті ескізів технологія виготовлення виробу відбивається графічно (у вигляді ескізів). У комплектувальних карту вносяться дані про деталі, складальних одиницях і матеріалах. У технологічній інструкції описуються прийоми роботи або методи контролю технологічного процесу, правила користування обладнанням чи приладами, заходи безпеки і т.п. У відомості расцеховки наводяться дані про маршрут проходження виробу по цехах підприємства. Відомість оснастки містить перелік пристосувань та інструментів, необхідних для виготовлення виробів. Відомість матеріалів є подетальною і зведеною відомістю норм витрати матеріалів.

Маршрутний опис - короткий опис всіх технологічних операцій в карті маршруту в послідовності їх виконання без розкриття змісту переходів і технологічних режимів.

Операційний опис- докладний опис всіх технологічних операцій в послідовності їх виконання, з розподілом операцій по переходам і відображенням змісту переходів і режимів обробки.

Маршрутно-операційний опис- це проміжна ланка між описом маршруту і експлуатацією. В рамках одного пакету документів передбачається використання маршрутних і операційних (зазвичай складних операцій) карт.

Для опису маршруту технологічного процесу основним документом є карта маршруту, оскільки операційні карти не розробляються ні для однієї з операцій. Карта маршруту в цьому випадку описує весь технологічний процес від початку до кінця; Відображаються такі елементи: номер магазину, номера, назва і зміст всіх операцій (без роздачі по переходах), технологічне

						Лист
						49
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

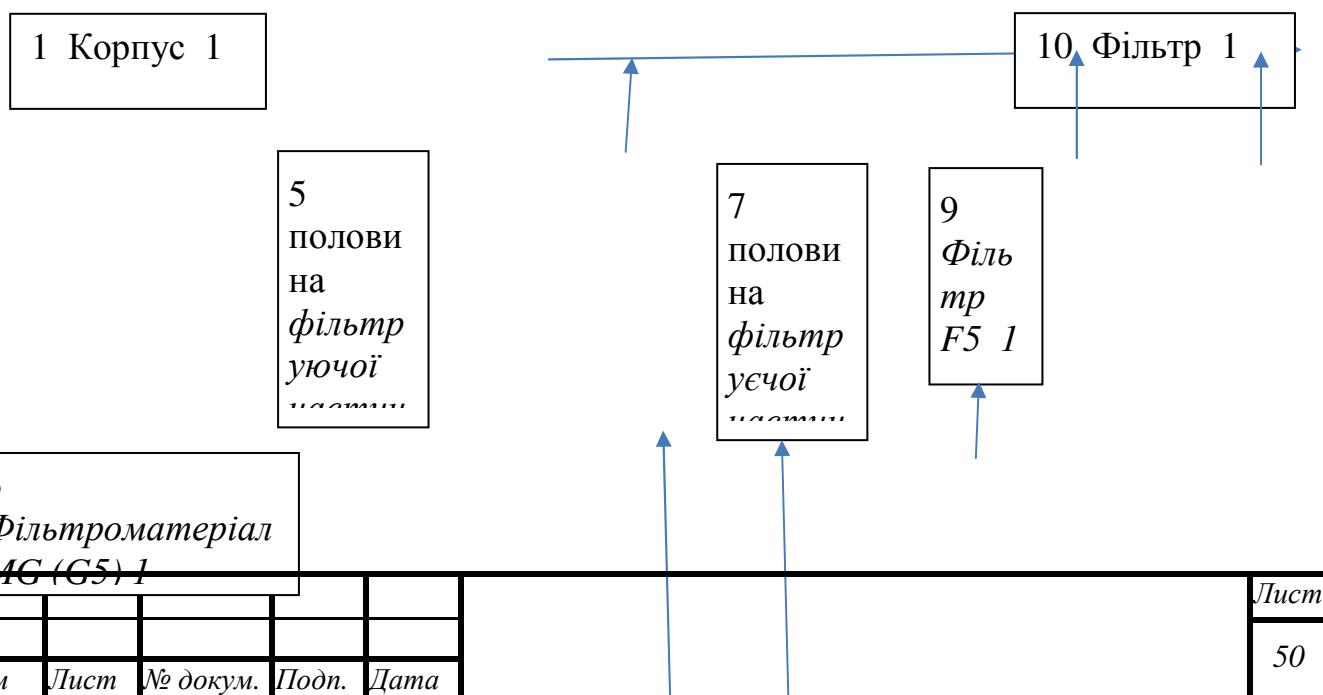
обладнання, трудовитрати. Опис маршруту використовується переважно в одиничному і дрібносерійного виробництва.

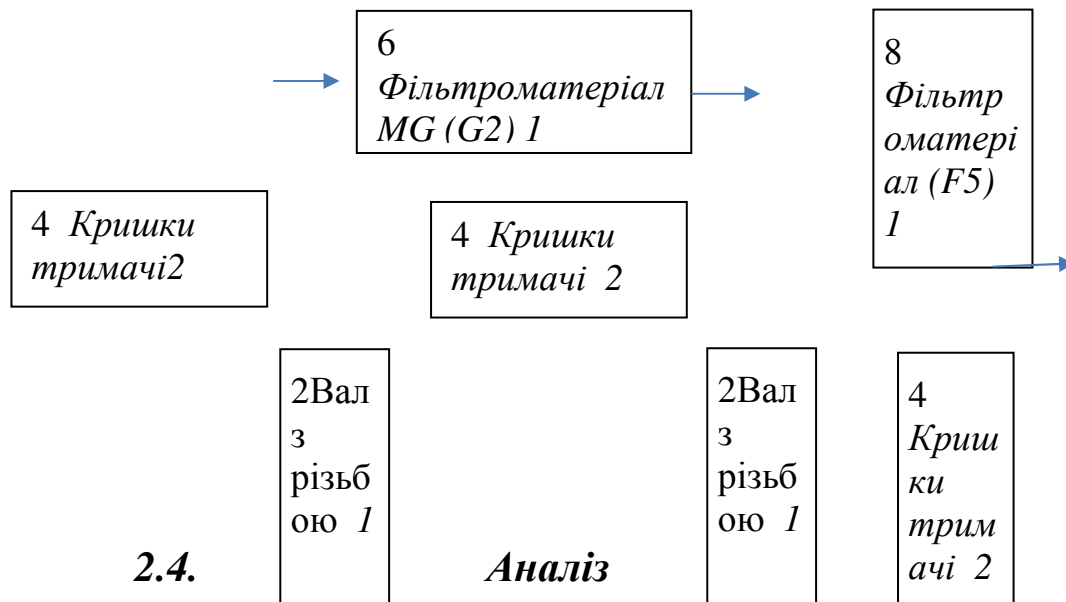
Для оперативного опису технологічного процесу карта маршрутів грає роль консолідованого документа, оскільки в цьому випадку для кожної операції створюється операційна карта. На карті маршруту вказуються: номер магазину, номера, назва всіх операцій, технологічне обладнання (модель машини), трудовитрати. Операційні карти містять докладний опис технологічної операції, із зазначенням змісту переходів, режимів обробки, відомості про обладнання та засоби технологічного обладнання. Кожна з операційних карт доповнена картою мініатюр. Опис експлуатації рекомендується для використання в серійному, великосерійному і масовому виробництві.

В описі роботи маршруту карта маршруту докладно описує операції, для яких відсутня операційна карта. Зміст операцій, для яких розробляються операційні карти, записано коротко, як в описі операцій. Маршрутно-експлуатаційне опис технологічного процесу використовується в дрібносерійному виробництві.

#### Технологічна схема (маршрут) складання фільтруючої частини FRA-1

Номер операції	Найменування операції	Номера деталей, складальних одиниць	
		базових	приєднуємих
1.	Складання половини фільтруючої частини G5	2	3,4
2.	Складання половини фільтруючої частини G2	2	4,6
3.	Складання фільтру F5	4	8
4.	Складання фільтру	1	5,7,9





2.4.

Аналіз

### взаємозамінності

Взаємозамінність - це властивість однакових деталей або вузлів агрегатів машин і т. Д, Яке дозволяє встановлювати деталі (вузли, агрегати) в процесі або у роботі для їх заміни без попередньої підгонки, зберігаючи при цьому всі вимоги, запропоновані для експлуатації. сайт, підрозділ і структура в цілому. Ці властивості продуктів виникають в результаті реалізації науково-технічних заходів в поєднанні з поняттям «принцип взаємозамінності».

Найбільш широко використовуваною є повна взаємозамінність, яка забезпечує можливість неперфорованої збірки (або заміни під час ремонту) будь-яких незалежно виготовлених деталей із заданою точністю в складальних одиницях, а останні - у виробках з урахуванням вимог (збірка або одиниця виробу) з технічних вимог по всіх параметрах якості. Виконання вимог до точності деталей і складальних одиниць виробів є найважливішою відправною точкою для забезпечення взаємозамінності. Крім того, повинні дотримуватися інші умови для забезпечення взаємозамінності: встановлювати оптимальні номінальні значення параметрів деталей і складальних одиниць, дотримуватися вимог до матеріалів для деталей, технології їх виготовлення і контролю і т. Д Взаємозамінні частини можуть бути частинами, складальними одиницями і продуктами в цілому . В першу чергу, такими повинні бути деталі і складальні одиниці, які залежать від надійності та інших показників ефективності продукції. Ця вимога, звичайно, поширюється на запасні частини.

З повною заміною:

процес складання спрощений - він зводиться до простого з'єднання деталей працівниками в основному низької кваліфікації;

можна точно нормалізувати процес складання в часі, встановити необхідний темп роботи і застосувати потоковий метод;

створюються умови для автоматизації виробничих процесів і складання виробів, а також для широкої спеціалізації і співпраці заводів (в яких завод-постачальник виробляє уніфіковану продукцію, складальні одиниці і деталі з обмеженого асортименту товарів і поставляє їх на завод, який перевіряє основні продукти);

Ремонт виробів спрощується, оскільки будь-який зношений або зламаний або складальний вузол може бути замінений новим (запасним).

Іноді, щоб задовольнити експлуатаційні вимоги, необхідно виготовляти деталі і складальні одиниці з невеликими економічно неприйнятними або технологічно важкими для реалізації допусками. У цих випадках проводиться груповий підбір деталей (вибіркова збірка), компенсаторів, регулювання положення деяких деталей машин і приладів, пріонів і інших додаткових технічних заходів з обов'язковим дотриманням вимог до якості складальних одиниць і Продукти використовуються для отримання необхідної точності. Така взаємозамінність називається неповною (обмеженою). Це можна здійснити не зовсім, а тільки по відомчим геометричним або іншим параметрам.

Зовнішня взаємозамінність - це взаємозамінність придбаних і сумісних продуктів (змонтованих в інших більш складних продуктах) і складальних одиниць з точки зору показників ефективності, а також розміру і форми сполучних поверхонь. Наприклад, в електродвигунах зовнішня взаємозамінність забезпечується частотою обертання валу і потужності, а також розмірами сполучних поверхонь; в підшипниках кочення - по зовнішньому діаметру зовнішнього кільця і внутрішньому діаметру внутрішнього кільця, а також по точності обертання.

Внутрішня взаємозамінність - застосовується до деталей, складальних одиниць і механізмів, включеним в продукт. Наприклад, в підшипниках кочення внутрішня група взаємозамінності має тіла кочення і кільця. Рівень взаємозамінності виробництва можна охарактеризувати коефіцієнтом взаємозамінності  $K_v$ , рівним складності виготовлення змінних деталей і складальних одиниць цілому виготовленню виробу. Значення цього коефіцієнта може бути різним, але ступінь його наближення до одиниці є об'єктивним показником технічного рівня виробництва. Сумісність - це властивість об'єктів займати своє місце в складному готовому виробі і виконувати необхідні функції за допомогою спільної чи послідовної експлуатації цих об'єктів і складного виробу в даних умовах експлуатації.

						Лист
						52
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Взаємозамінність, при якій продуктивність виробів з оптимальними і стабільними (в заданих межах) оперативними або показниками з оптимальними показниками продуктивності для складальних одиниць і взаємозамінність їх за цими показниками, називається функціональною.

Функціональними є геометричні, електричні, механічні та інші параметри, які впливають на продуктивність машин і інших виробів або сервісні функції складальних одиниць. Наприклад, потужність двигунів (робочий параметр) залежить від зазору між поршнем і циліндром (функціональний параметр).

### **3.ВИСНОВКИ**

В результаті даної роботи було розроблено систему фільтрації вихлопних газів, що дозволяє моніторити ступінь забрудненості фільтру.

Похибка являється у більшій мірі похибкою спричиненою зовнішніми факторами, проте для її кореляції було введено коефіцієнт прийнятий за 3% точності приладу. Ступінь вловлення частинок розміром до 0.5 мкм 99% а частинок розміром до 3мкм 95%. Фільтр FRA-1 являється повністю універсальним і може застосовуватися в машинах з температурою вихлопних газів до 200град. Цельсія, що дозволяє на його основі створювати потужніші варіації фільтруючих елементів. Як можна помітити результативність фільтру підкорює, а його низька собівартість та простота у використанні, сприяє швидкому розповсюдженню. На ринку, до того ж принцип роботи датчика що фіксує ступінь забруднення не має аналогів (з інформації якою я володію), а отже його можна вважати перспективним для подальшого вдоскоалення і використання.

						Лист
						53
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## **Список джерел інформації**

1. Інформацію взято з сайту: <http://vectra-club.ru/forum/viewtopic.php?t=121336>,
2. Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту: [https://pidruchniki.com/80345/ekologiya/oksid\\_vugletsyu](https://pidruchniki.com/80345/ekologiya/oksid_vugletsyu)
3. Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту: <http://volkswagen.garanin.com.ua/category/dvigun-ta-komplektuyuchi-chastini/>
4. Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту: <https://worldvision.com.ua/ua/articles/ustanovka-ohrannih-datchikov-datchiki-ugarnogo-gaza-i-datchiki-otkritiya>
5. Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту: <http://newfilter.com.ua/ua/ventilacia/filtruyuchiy-material-g4.html>
6. Інформацію взято з сайту: <http://ultrafilter.sells.com.ua/filtruyuschij-material-g4-ochistka-pritochnogo-vozduha/p3>
7. Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту: <http://masters.donntu.org/2018/fkita/mazhan/diss/indexu.htm>
8. Інформацію ВЗЯТО 3 з сайту: <https://progazosnabgenie.ru/vse-o-gazah/dvuokis-azota-no2.html>

										Лист
										54
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

9. Інформацію взято з сайту:<https://auto.ria.com/uk/news/autoservice-technology/222786/skandal-s-nemeckimi-dizelyami-dizelgejt-ot-v-do-w.html>

10. Інформацію взято з сайту:<http://www.testes.com.ua/ctproduct/filtr-vihlopnih-gazov-legkovogo-transporta-ehc-p15.html>

11. Інформацію взято з сайту:<http://www.testes.com.ua/ctproduct/filtr-vihlopnih-gazov-ehc-l20.html>

12. Інформацію взято з сайту:<http://qaru.site/questions/80396/is-there-a-stopwatch-in-java>

13. Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту:[http://sartorius.com.ua/filtrovalnaja\\_bumaga/steklovolokonnie\\_filtri.html](http://sartorius.com.ua/filtrovalnaja_bumaga/steklovolokonnie_filtri.html)

14. Інформацію взято з сайту:<http://www.filtrmeister.ee/filtrujushie-materjalo>

15. Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту:<http://www.euroalliance.com.ua/catalog/section15-9839/item15-18494.aspx>

16.ГОСТ Р ЕН 779-2014 Фильтры очистки воздуха общего назначения.  
Определение технических характеристик

17.Інформацію взято з сайту:<http://plenet.com.ua/?p=1161>

18.Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту:<https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/110/417.htm>

19.Інформацію взято з сайту:<http://irkat.ru/wp-content/docs/2016/>

20.Інформацію ВЗЯТО 3  
сайту:<http://library.uipa.edu.ua/library/BD/VidannaKaf/2/4/12.htm>

21.Інформацію взято з сайту:<http://klasnaocinka.com.ua/uk/article/vidi-plastmas-ta-yikh-markuvannya.html>

22.Інформацію взято з сайту:<https://pvh-shtory.com.ua/uk/blog/180-polivinilhlorid-svoystva-primenenie.html>

23.Інформацію ВЗЯТО 3 сайту:<https://www.nortex-chem.ru/products/polymery/poliiolefiny/polyethylene-ldpe/>

24.Інформацію ВЗЯТО 3 сайту:[http://www.xn--54-9kcix1boel.xn--p1ai/goods/30437500-pp\\_pervichny](http://www.xn--54-9kcix1boel.xn--p1ai/goods/30437500-pp_pervichny)

25. Інформацію взято з сайту: <http://www.plastena.lv/ru/tehnicheskiye-plastiki-dlya-promyshlennosti-polipropilen-pp>

26. Інформацію взято з сайту: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/141754>

27. Інформацію взято з сайту: <https://www.acmeplastics.com/what-is-hdpe>

28. Інформацію взято з сайту: <https://studfiles.net/preview/5730201/>

29. Інформацію взято з сайту: [https://studopedia.com.ua/1\\_32496\\_lektsIya-oformlennya-tehnologichnih-dokumentiv.html](https://studopedia.com.ua/1_32496_lektsIya-oformlennya-tehnologichnih-dokumentiv.html)

30. Інформацію взято з сайту: <http://forum.ixbt.com/topic.cgi?id=64:2533>

31. Інформацію взято з сайту: <https://javarush.ru/groups/posts/1079-gde-ispoljhuetsja-java>

						Лист
						56
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		